

CARL SAGAN

LA

ganz1912

DIVERSIDAD DE LA CIENCIA

UNA VISIÓN PERSONAL DE LA BÚSQUEDA DE DIOS

Digitalizado por:



NUEVA ILUSTRACIÓN



Carl Sagan (1934-1996) fue profesor de astronomía y ciencias del espacio y director del Laboratorio de Estudios Planetarios de la Universidad de Cornell. Desempeñó un papel fundamental en las expediciones de las sondas espaciales Mariner, Viking y Voyager, por lo que recibió en dos ocasiones la Medalla por Logros Científicos Excepcionales de la NASA. Recibió el Premio Pulitzer y las más altas condecoraciones tanto de la Academia Nacional de las Ciencias como de la Fundación Nacional de la Ciencia, así como muchos otros premios por sus contribuciones a la ciencia, a la literatura, a la educación y a la conservación del medio ambiente.

Su libro *Cosmos* (que acompañaba la serie de televisión del mismo nombre galardonada con los premios Emmy y Peabody) fue reconocido como el mejor libro de ciencia publicado en lengua inglesa, y su novela más conocida, *Contact*, fue llevada a la gran pantalla.

Carl Sagan fue pionero en la denuncia del peligro del calentamiento global del planeta y de las potenciales consecuencias climáticas de la guerra nuclear. En la década de 1980 inició una campaña que propugnaba una alianza entre la religión y la ciencia para proteger el medio ambiente.

Otras obras del autor publicadas por Editorial Planeta son *Cosmos*, *Un punto azul pálido* y *El mundo y sus demonios*.

Este libro no podrá ser reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito del editor. Todos los derechos reservados

Título original: The Varieties of Scientific Experience

© Democritus Properties, LLC, 2006

© por la traducción, Dolors Udina, 2007

© Editorial Planeta, S. A., 2007

Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)

Composición: Foinsa-Edifilm, S. L.

Revisión técnica a cargo de Vicente Aupí

ISBN 13: 978-84-08-07455-7

ISBN 10: 84-08-07455-5

ISBN 13: 978-958-42-1782-0

ISBN 10: 958-42-1782-8

Primera reimpresión (Colombia): diciembre de 2007

Impresión y encuadernación: Quebecor World Bogotá S. A.

Impreso en Colombia - Printed in Colombia

CARL SAGAN

LA DIVERSIDAD DE LA CIENCIA

Una visión personal
de la búsqueda de Dios

Editado por Ann Druyan

Editor de las ilustraciones y asesor científico, Steven Soter

Digitalizado por:

Indice

Agradecimientos 7

Introducción de la editora 11

Introducción del autor 19

LA DIVERSIDAD DE LA CIENCIA 21

1. NATURALEZA Y MARAVILLA: UN RECONOCIMIENTO DEL CIELO 23

2. LA RESISTENCIA A LAS TESIS DE COPÉRNICO 55

3. EL UNIVERSO ORGÁNICO 85

4. INTELIGENCIA EXTRATERRESTRE 125

5. FOLCLORE EXTRATERRESTRE: IMPLICACIONES
PARA LA EVOLUCIÓN DE LA RELIGIÓN 147

6. LA HIPÓTESIS DE DIOS 167

7. LA EXPERIENCIA RELIGIOSA 189

8. CRÍMENES CONTRA LA CREACIÓN 209

9. LA BÚSQUEDA 229

PREGUNTAS Y RESPUESTAS SELECCIONADAS 239

INDICE ONOMÁSTICO Y TEMÁTICO 275

CRÉDITOS DE LAS ILUSTRACIONES 285

Agradecimientos

La edición de estas conferencias me ha procurado, durante preciosos momentos, la feliz ilusión de estar trabajando otra vez con Carl. Las palabras que pronunció en esas conferencias me resonaban en la cabeza y tenía la maravillosa sensación de que, de algún modo, había regresado a las dos décadas paradisíacas en que pensábamos y escribíamos juntos.

Tuvimos el placer de desarrollar varios de nuestros proyectos, entre ellos la serie de televisión *Cosmos*, con el astrónomo Steven Soter, nuestro querido amigo. Después de la muerte de Carl, Steve y yo preparamos los dos primeros espectáculos planetarios que se presentaron en el espléndido Rose Center del Museo de Historia Natural de la ciudad de Nueva York. En cuanto tuve las Conferencias Gifford de Carl en forma de libro, invité a Steve a que me ayudara a editar el último borrador. Estábamos seguros de que a Carl no le habría gustado que utilizásemos las diapositivas que él puso en las conferencias de 1985 ya que, desde entonces, los astrónomos han visto muchas más cosas y con más claridad. Steve encontró las magníficas imágenes que las sustituyen. También redactó la información sobre los últimos adelantos científicos que aparecen en las notas a pie de página. Le agradezco sus muchas contribuciones a la edición de este libro.

Ann Godoff ha sido nuestra editora desde *Shadows ofForgot-*

ten Ancestors, el libro preferido de Carl de todos los que escribimos juntos. También editó *Un punto azul pálido*, *El mundo y sus demonios*, *Miles de millones*. Su apoyo para que las Conferencias Gifford se convirtiesen en libro hizo posible esta publicación. Su imaginación y simpatía convirtieron el proceso de elaboración en un placer. Agradezco a sus colegas de Penguin Press, la directora de arte Claire Vaccaro, y la ayudante de Ann, Liza Darnton, todo lo que hicieron por el libro y por mí. Agradezco a Maureen Sugden su meticulosa y atenta corrección.

Jonathan Cott siempre ha sido para mí la estrella polar que me ha guiado en todo tipo de experiencia cultural de envergadura. Le debo, además, los valiosos comentarios editoriales y las sugerencias que me hizo para este libro.

Gracias también a Sloan Harris de ICM por su excelente representación y su compromiso constante con mi trabajo, y a Katharine Cluverius, de su oficina, por su amable ayuda.

Kristin Albro y Pam Abbey, de mi despacho en los Cosmos Studios, me han proporcionado un valioso soporte administrativo, y Janet Rice me ayudó de distintas maneras que me permitieron centrarme en este trabajo.

Deseo reconocer el aliento y la cariñosa amabilidad de Harry Druyan, Carl Sagan Greene, Les Druyan y Viky Rojas-Druyan, Nick y Clinnette Minnis Sagan, Sasha Sagan, Sam Sagan, Kathy Crane-Trentalancia y Nancy Palmer.

Las Conferencias Gifford de Carl fueron transcritas con pericia hace tiempo por Shirley Arden, su ayudante ejecutiva en aquel momento. Cuando leí las transcripciones, que habían sido mecanografiadas sin la magia del procesador de textos de la tecnología informática actual, constaté de nuevo la meticulosa pulcritud de su trabajo.

También me gustaría agradecer a los organizadores de las Conferencias Gifford y a la Universidad de Glasgow su amabilidad al invitar a Cari, y la hospitalidad que nos brindaron durante el tiempo que pasamos en Escocia.

En los diez años transcurridos desde la muerte de Cari, estas conferencias han permanecido en uno de los mil cajones de su inmenso archivo. Por alguna razón, las Conferencias Gifford nunca llegaron a inscribirse en el índice general, por otro lado muy fiable, de esos archivos. En plena pandemia mundial de violencia fundamentalista extrema y en una época en que la falsa piedad de la vida pública en Estados Unidos han alcanzado nuevas cotas y la crucial separación entre Iglesia y Estado y la educación pública están peligrosamente debilitadas, me ha parecido más necesario que nunca dar a la luz la opinión de Carl sobre estas cuestiones. Busqué los manuscritos en vano. Un amigo nuestro, que desea permanecer en el anonimato, logró lo que yo no había conseguido. Mi más profunda gratitud por eso, y por muchas otras cosas más.

ANN DRUYAN

Ithaca, Nueva York, 21 de marzo de 2006.

Introducción de la editora

Carl Sagan era científico, pero tenía una serie de cualidades que yo asocio con el Antiguo Testamento. Cuando chocaba contra un muro —el muro de la jerga que falsea la ciencia y nos oculta sus tesoros, por ejemplo, o el muro que rodea nuestras almas y nos impide asimilar las revelaciones de la ciencia—, cuando chocaba contra uno de esos antiguos muros, como un Josué de nuestros días, hacía acopio de todas sus fuerzas para derribarlo.

De pequeño, en Brooklyn, recitaba la Vahavta, la oración hebrea del Deuteronomio, en los oficios religiosos: «Amarás a Yahveh tu Dios con todo tu corazón, con toda tu alma y con toda tu fuerza.» Se la sabía de memoria, y es posible que le sirviera de inspiración para preguntarse por primera vez: ¿qué es el amor sin comprensión? ¿Y qué mejor potencial poseemos los humanos que la capacidad de cuestionar y aprender?

Cuanto más aprendía sobre la naturaleza, sobre la inmensidad del universo y la imponente escala de tiempo de la evolución cósmica, más se elevaba su espíritu.

Otro aspecto que lo relaciona con el Antiguo Testamento es que no podía mantener una vida compartimentada, trabajando sobre una serie de presunciones en el laboratorio a la vez que actuaba sobre otra serie de supuestos en conflicto con aquéllas para el sabbat. Se tomaba la idea de Dios tan en serio que la demos-

tración de su existencia tenía que superar los criterios de análisis más rigurosos.

¿Cómo podía ser, se preguntaba, que el Creador eterno y omnisciente descrito en la Biblia afirmara con tal rotundidad tantas cosas erróneas sobre la Creación? ¿Por qué el Dios de las Escrituras iba a estar mucho peor informado sobre la naturaleza que nosotros, recién llegados, que no hemos hecho más que empezar el estudio del universo? No podía pasar por alto la formulación bíblica de una tierra plana de seis mil años de antigüedad, y le parecía especialmente trágica la idea de que habíamos sido creados aparte de los demás seres vivos. El descubrimiento de nuestro parentesco con todas las formas de vida se ha visto confirmado por incontables descubrimientos insoslayables y convincentes. Para Carl, la teoría de Darwin de que la vida evolucionó a lo largo de millones de años mediante selección natural no sólo era mejor ciencia que el Génesis, sino que también permitía una experiencia *espiritual* más profunda y satisfactoria.

Él creía que lo poco que sabemos sobre la naturaleza indica que sabemos todavía menos sobre Dios. Justo acabamos de vislumbrar la grandeza del cosmos y de las exquisitas leyes que guían la evolución de trillones, si no de un número infinito de mundos. Para él, esta recién adquirida visión convertía al Dios que creó *el* Mundo en irremediablemente local y anticuado, vinculado a percepciones humanas claramente erróneas y a conceptos del pasado.

No se trataba de una aseveración simplista por su parte. Había estudiado ávidamente las religiones del mundo, tanto las vivas como las desaparecidas, con el mismo afán de conocimiento que confería a las cuestiones científicas. Estaba fascinado por la poesía que contenían y por su historia. Cuando discutía con autoridades religiosas, solía sorprenderlos su competencia a la hora de citar los textos sagrados. Algunas de estas discusiones derivaron en amistades duraderas y en alianzas para la protección de la vida. Sin embargo, nunca comprendió por qué había quien pre-

tendía parar la ciencia, que es simplemente una manera de buscar la verdad, de lo que tenemos por sagrado, que son verdades que inspiran amor y respeto.

Su discusión no era con Dios, sino con los que creen que nuestra visión de lo sagrado ya está completa. La revolucionaria convicción de la ciencia de que la búsqueda de la verdad nunca termina le parecía la única aproximación lo bastante humilde como para ser digna del universo que revela. La metodología de la ciencia, con su mecanismo de corrección de errores para mantener la honestidad a pesar de la crónica tendencia humana a extrapolar, malinterpretar o engañarnos a nosotros mismos y a otros, le parecía la cumbre de la disciplina espiritual. Si lo que se busca es el conocimiento sagrado y no un simple paliativo para los propios miedos, se procurará ejercer el escepticismo.

La idea de que debe aplicarse el método científico a las cuestiones más profundas se menosprecia a menudo llamándola «cientificismo». Esta acusación la hacen los que sostienen que las creencias religiosas deben quedar fuera del escrutinio científico; que las creencias (convicciones sin pruebas que puedan ser contrastadas) son en sí mismas vía suficiente de conocimiento. Carl entendía este sentimiento, pero insistía, con Bertrand Russell, en que «lo que se necesita no es la voluntad de creer, sino el deseo de descubrir, que es exactamente lo contrario». Y, en toda circunstancia, incluso cuando le llegó la hora de enfrentarse a su propio destino cruel —murió de neumonía el 20 de diciembre de 1996, después de someterse a tres trasplantes de médula ósea—, Carl no sólo quería creer: quería saber.

Hasta hace unos quinientos años, no existía el muro que separa la ciencia de la religión. En aquel tiempo, era una sola cosa. Únicamente cuando un grupo de hombres religiosos que deseaban «leer la mente de Dios» se dieron cuenta de que la ciencia sería el medio con más posibilidades de lograrlo, se hizo necesario el muro. Esos hombres —entre ellos, Galileo, Kepler, Newton y, mucho después, Darwin— empezaron a articular e interiorizar

el método científico. La ciencia despegó y se elevó hacia las estrellas, mientras que la religión institucional prefirió negar las nuevas revelaciones y no supo hacer otra cosa que levantar una barrera de protección a su alrededor.

La ciencia nos ha llevado a las puertas del universo y, sin embargo, la visión que tenemos de nuestro entorno sigue siendo la desproporcionada perspectiva de un niño pequeño. Estamos espiritual y culturalmente paralizados, incapaces de enfrentarnos a la inmensidad, de aceptar que no somos el centro y de encontrar nuestro verdadero sitio en la estructura de la naturaleza. Maltratamos este planeta como si tuviésemos algún otro donde ir. El hecho de que todavía hagamos ciencia es un atisbo esperanzador de salud mental, sin embargo, no basta con limitarse a aceptar intelectualmente estos conceptos mientras nos aferramos a una ideología espiritual que no sólo no tiene sus raíces en la naturaleza sino que, en muchos aspectos, desprecia lo que es natural. Carl creía que la mayor esperanza que podíamos tener de preservar la exquisita realidad de la vida en nuestro mundo pasaba por asumir las revelaciones de la ciencia.

Y es lo que él hizo. «Cada uno de nosotros, desde una perspectiva cósmica, es valiosísimo», escribió en su libro *Cosmos*. «Si un humano está en desacuerdo contigo, respétalo. En cien mil millones de galaxias, no encontrarás a otro como él.» Insistió durante años a la NASA para que diesen instrucciones a la *Voyager 2* de que se encarase hacia la Tierra y tomara una fotografía desde las proximidades de Neptuno. Después nos pidió que reflexionáramos sobre aquella imagen y viéramos nuestro hogar tal como es: tan sólo un pequeño «punto azul pálido» flotando en la inmensidad del universo. Soñaba con que pudiéramos alcanzar una comprensión espiritual de nuestras verdaderas circunstancias. Como un profeta de otros tiempos, quería despertarnos de nuestro aletargamiento para que actuásemos y protegiésemos nuestro hogar.

Carl quería que nos viésemos a nosotros mismos no como la

obra fallida de un Creador decepcionado sino como *materia estelar*, hechos a partir de átomos forjados en el corazón ardiente de estrellas distantes. Para él, éramos «materia estelar que piensa sobre las estrellas; series organizadas de 10 mil millones de millones de millones de átomos que piensan en la evolución de los átomos; sujetos del largo viaje a través del cual, al menos aquí, despertó la conciencia». Para él, la ciencia era, en parte, una especie de «adoración informada». Ningún paso en pos de la iluminación debía considerarse sagrado; sólo la investigación lo era.

Este imperativo era una de las razones por las que no le molestaba realizar tantos esfuerzos con sus colegas encaminados a derribar los muros que a la mayoría nos han excluido de las ideas y valores de la ciencia. Otra razón era su temor de que fuéramos incapaces de mantener el grado limitado de democracia que hemos alcanzado. Nuestra sociedad se basa en la ciencia y la alta tecnología, pero sólo una pequeña minoría de entre nosotros comprende ni siquiera superficialmente cómo funcionan. ¿Qué esperanza podemos tener de ser ciudadanos responsables de una sociedad democrática y de tomar decisiones informadas respecto a los inevitables retos que nos plantean estos poderes recién adquiridos?

Esta visión de un público críticamente reflexivo, atento a la ciencia como manera de pensar, lo llevó a hablar en muchos lugares donde no suelen encontrarse científicos: guarderías infantiles, ceremonias de nacionalización, un colegio para niños negros en el segregado Sur de los Estados Unidos de 1962, en manifestaciones de desobediencia civil no violenta, en el programa televisivo «Tonight». Y lo hacía mientras, al mismo tiempo, desarrollaba una pionera, asombrosamente productiva y osadamente interdisciplinaria carrera científica.

Le emocionó especialmente que, en 1985, lo invitaran a la Universidad de Glasgow para pronunciar las Conferencias Gifford sobre Teología Natural, siguiendo los pasos de algunos de los grandes científicos y filósofos de los últimos cien años como

James Frazer, Arthur Eddington, Werner Heisenberg, Niels Bohr, Alfred North Whitehead, Albert Schweitzer y Hannah Arendt.

Carl vio en estas conferencias la posibilidad de reflejar detalladamente su visión de la relación entre religión y ciencia y algo de su propia búsqueda para entender la naturaleza de lo sagrado. En el curso de las conferencias toca varios temas sobre los que ya había escrito en algún otro sitio; sin embargo, las páginas que siguen son la forma definitiva de lo que se esforzó por dejar claro que no eran más que sus opiniones personales sobre un tema que siempre le pareció fascinante.

Al principio de cada una de las conferencias, un distinguido miembro de la comunidad universitaria presentaba a Carl y se maravillaba de la necesidad cada vez mayor de espacio para dar cabida a la gran cantidad de público que acudía a escucharle. He procurado no cambiar el sentido de nada de lo que dijo Carl, pero me he tomado la libertad de eliminar estos corteses comentarios de presentación así como los cientos de notas de las transcripciones que dicen simplemente «[Risas]».

Ruego al lector que tenga presente en todo momento que cualquier deficiencia en este libro se debe a mí y no a Carl. A pesar de que las transcripciones sin editar nos muestran a un hombre que hablaba improvisando con párrafos casi perfectos, un ciclo de conferencias no es exactamente lo mismo que un libro, especialmente cuando el autor en cuestión, ganador de un premio Pulitzer, no publicó jamás una sola línea sin repasar al menos veinte o veinticinco veces cada uno de sus manuscritos en busca de errores o desaciertos estilísticos.

Se oyeron muchas risas durante aquellas conferencias, pero también reinó ese silencio sepulcral que se produce cuando el público y el conferenciante se ven subyugados por una idea y que permite oír el menor sonido. Los extensos diálogos de algunos de los turnos de preguntas y respuestas permiten captar lo que era explorar una cuestión con Carl. Yo asistí a todas las con-

ferencias y, más de veinte años después, todavía recuerdo la extraordinaria combinación de una argumentación basada en principios y nítida como el cristal, con el respeto y la delicadeza hacia los que no compartían sus opiniones.

El psicólogo y filósofo norteamericano William James pronunció las Conferencias Gifford en los primeros años del siglo xx. Más tarde, las convirtió en un libro que tuvo una influencia extraordinaria titulado *Las variedades de la experiencia religiosa*, que aún se sigue reeditando hoy en día. Carl admiraba la definición que había hecho James de la religión como la «sensación de hallarse en casa en el universo», y la citó en la conclusión de *Un plinto azul pálido*, su visión del futuro humano en el espacio. Mi variación sobre el título de James pretende transmitir que la ciencia es un camino que conduce a niveles de conciencia de otro modo inaccesibles; que, llevando la contraria a la tendencia propia de nuestra cultura, la única gratificación que la ciencia nos niega es el engaño. Espero que el título refleje también la amplitud de la búsqueda y la capacidad de percepción que distinguió la vida y la obra indivisibles de Carl Sagan. La amplitud de su experiencia científica quedaba patente en su fidelidad, humildad, solidaridad, asombro, amor, valentía, memoria, franqueza y compasión.

En el mismo cajón donde se encontró la transcripción de estas conferencias, había un fajo de notas para un libro que Carl nunca tuvo ocasión de escribir. Su título provisional era *Ethos* y habría girado en torno a nuestro intento de sintetizar las perspectivas espirituales derivadas de las revelaciones de la ciencia. Había varios archivadores de notas y referencias sobre el tema, entre ellas, la cita que Carl había extraído de Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), el genio matemático y filosófico que inventó el cálculo diferencial e integral independientemente de Isaac Newton. En un pasaje de *Monadología: principios de la naturaleza y de la gracia*, Leibniz afirmaba que Dios debería ser el muro que detuviera todo cuestionamiento posterior.

«¿Por qué existe algo en lugar de nada? Porque “nada” es más simple que “algo”, lo cual es razón suficiente para la existencia del universo... que no necesita de ninguna otra... tiene que ser necesariamente un ser, de otro modo no tendríamos razón suficiente que nos permitiera detenernos.»

Y justo debajo de la cita mecanografiada, una frase escrita a mano, en bolígrafo rojo, mensaje de Carl a Leibniz y a nosotros: «Pues no nos detengamos.»

ANN DRUYAN

Ithaca, Nueva York, 21 de marzo de 2006.

Introducción del autor

En estas conferencias, siguiendo el tema propuesto por la Fundación Gifford, me gustaría transmitirles mis opiniones sobre lo que solía llamarse teología natural, que, tal como yo lo entiendo, engloba todo lo que existe que no nos ha sido transmitido mediante revelación. Se trata de un concepto muy amplio, por lo que me veré obligado a seleccionar y elegir los temas. Quiero destacar que el contenido serán mis propias opiniones personales en ese terreno fronterizo entre ciencia y religión. Se ha escrito muchísimo sobre este asunto, sin duda más de diez millones de páginas o, aproximadamente, 10^{11} bits de información, como mínimo. Y, sin embargo, nadie puede afirmar haber leído ni una diminuta fracción de este corpus de literatura, ni siquiera una fracción representativa. Así pues, sólo con la esperanza de que no haga falta leer la mayor parte de lo que se ha escrito puede uno abordar esta cuestión. Soy consciente de las muchas limitaciones de que adolece mi comprensión de ambos conceptos, por lo que pido de antemano su indulgencia. Afortunadamente, después de cada una de las charlas, había un turno de preguntas durante el cual podían señalármese los errores más atroces, y debo decir que me deleitó sinceramente el vigoroso toma y daca de estas sesiones.

Aun en el caso de que fuera posible establecer conceptos de-

finitivos sobre este tema, ésa no sería en absoluto mi pretensión. Mi objetivo es mucho más modesto. Sólo espero esbozar mi propio pensamiento y mi manera de entender este concepto con la confianza de que estimule a otros a ir más allá y, quizá gracias a mis errores —que espero que no sean muchos, aunque es inevitable que los haya—, surjan nuevas ideas.

CARL SAGAN

Glasgow, Escocia, 14 de octubre de 1985.

La diversidad de la ciencia



Naturaleza y maravilla: un reconocimiento del cielo

Debe de ser difícil para el hombre verdaderamente piadoso transitar por la senda que media entre la sima de la impiedad y el pantano de la superstición.

PLUTARCO

Sin duda hay que evitar ambos extremos, pero ¿qué son? ¿Qué es la impiedad? ¿La preocupación por evitar la «sima de la impiedad» no es precisamente el tema del que vamos a hablar? ¿Y qué es en concreto la superstición? ¿Es sólo, como han dicho algunos, la religión de los otros? ¿O hay algún baremo a partir del cual podamos definir lo que constituye superstición?

Yo diría que la superstición no se caracteriza por su pretensión de ser un corpus de conocimiento sino por su método de búsqueda de la verdad. Y la superstición consiste en algo muy simple: se trata de creer sin pruebas. Intentaré abordar la cuestión de qué constituye una prueba en esta interesante materia, y volveré más adelante a la cuestión de la naturaleza de la prueba y de la necesidad del pensamiento escéptico en las investigaciones teológicas.

La palabra «religión» proviene del latín *religatio*, reunir, juntar lo que ha sido separado. Es un concepto muy interesante y, en lo que respecta a buscar el vínculo más profundo entre cosas que superficialmente parecen estar separadas, creo que los objetivos de la religión y la ciencia son idénticos o casi. Pero la cues-

ción tiene que ver con la fiabilidad de las verdades proclamadas por ambos campos y los respectivos métodos de aproximación a las mismas.

Una de las mejores formas que conozco de experimentar el sentimiento religioso, la sensación de sobrecogimiento, es, con mucho, mirar hacia arriba en una noche clara. Creo que es muy difícil saber quiénes somos hasta que entendemos dónde estamos y cuándo. Creo que todo el mundo, en cualquier cultura, ha sentido sobrecogimiento y estupor al mirar al cielo, y eso se refleja tanto en la ciencia como en la religión. Thomas Carlyle dijo que maravillarse es la base de la adoración. Y Albert Einstein aseveró: «Creo que el sentimiento religioso cósmico es el estímulo más fuerte y más noble para la investigación científica.» Así pues, si Carlyle y Einstein pudieron estar de acuerdo en algo, hay una modesta posibilidad de que pueda ser cierto.

Aquí tenemos dos imágenes del universo. Por razones obvias, no representan espacios en los que no hay nada sino unos en los que hay algo. Sería muy aburrido que me limitase a mostrarles una imagen tras otra de oscuridad, pero sí quiero dejar constancia de que el universo está hecho principalmente de nada, que algo es la excepción. La norma es nada. La oscuridad es lo habitual; es la luz lo que es una rareza. Entre la oscuridad y la luz, me sitúo sin ninguna duda en el bando de la luz (sobre todo en un libro ilustrado). Pero debemos recordar que el universo es una oscuridad casi completa e impenetrable, y las escasas fuentes de luz, las estrellas, están muy alejadas de nuestras posibilidades actuales de creación o de control. Vale la pena concienciarse de esta preponderancia de la oscuridad, tanto factual como metafóricamente, antes de emprender una exploración como la que nos ocupa.



Figura 1. Nebulosa del Águila

Un vivero de estrellas localizado a unos 6.500 años luz de nosotros. A través de una ventana en un envoltente cascarón negro de polvo interestelar, vemos un cúmulo de estrellas brillantes recién nacidas. Su luz azul intenso ha formado filamentos y muros de gas y polvo, aclarando e iluminando una cavidad en una nebulosa de unos 20 años luz de diámetro.



Figura 2. Nebulosa del Cangrejo

Se trata de restos de la misma estrella que explotó, o supernova, que observaron los astrónomos chinos y los anasazis nativos norteamericanos en la constelación de Taurus en 1054 d. J. C. Dejaron constancia de la súbita aparición de una nueva estrella brillante que después fue desapareciendo lentamente de la vista. Los filamentos son los restos deshilachados de la estrella, enriquecidos con elementos pesados producidos por la explosión.

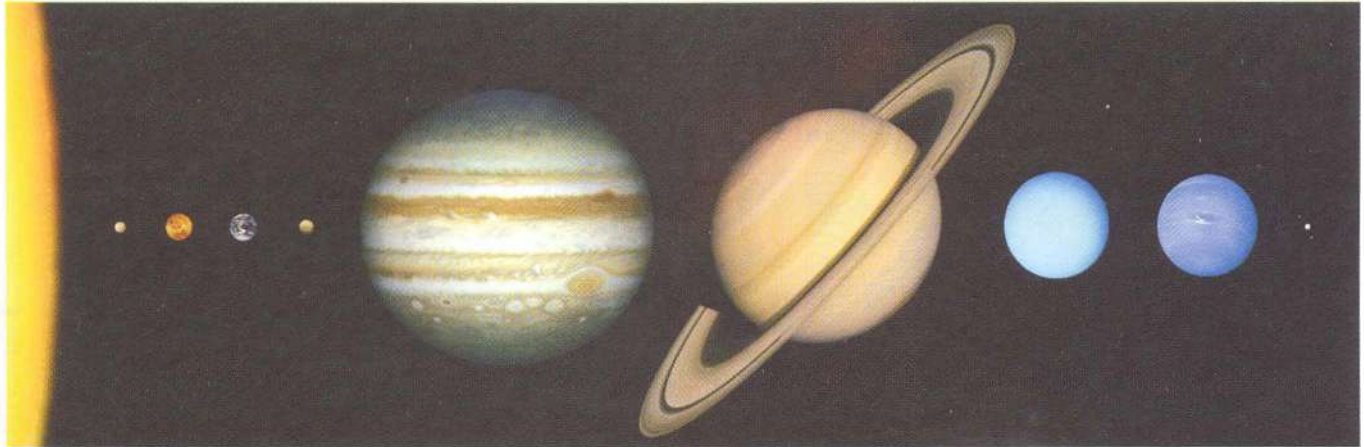


Figura 3. Sol y planetas

Aquí, en su orden y medidas relativas, están el Sol (a la izquierda), los cuatro planetas terrestres (Mercurio, Venus, Tierra, Marte), los cuatro planetas gigantes de gas (Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno) y Plutón (extremo derecho).

Esta imagen es para orientarse. Se trata de una impresión artística del Sistema Solar en la que las dimensiones de los objetos están a escala, pero no sus distancias relativas. Puede verse que, además del Sol, hay cuatro cuerpos grandes y el resto son detritos. Nosotros vivimos en el tercer detrito a partir del Sol; un pequeño mundo de roca y metal con una fina pátina —una capa— de materia orgánica en la superficie, de la que somos una pequeña parte.

Esta imagen fue dibujada por Thomas Wright, de Durham, que publicó un libro extraordinario en 1750, adecuadamente titulado *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* [Una teoría original o Nueva hipótesis del Universo]. Entre otras cosas, Wright era arquitecto y dibujante. Esta imagen produce la notable sensación, de, por primera vez, mirar el Sistema Solar y más allá, a escala. Lo que aquí se ve es el Sol y, a escala con su tamaño, la distancia hasta la órbita de Mercurio. Después, los planetas Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno —los otros planetas no se conocían en su época—. Así pues, en un maravilloso esbozo, aquí tenemos el Sistema Solar, los planetas mencionados, ocupando su parte central, y un rosetón representando las órbitas cometarias conocidas en su tiempo. No se alejó mucho para representar la órbita de Plutón. Y después, a gran distancia, imaginó la estrella más cercana conocida entonces, Sirius, alrededor de la cual no se atrevió a dibujar otro rosetón de órbitas cometarias. Pero la sensación de que nuestro sistema y los sistemas de otras estrellas eran similares quedaba clara.

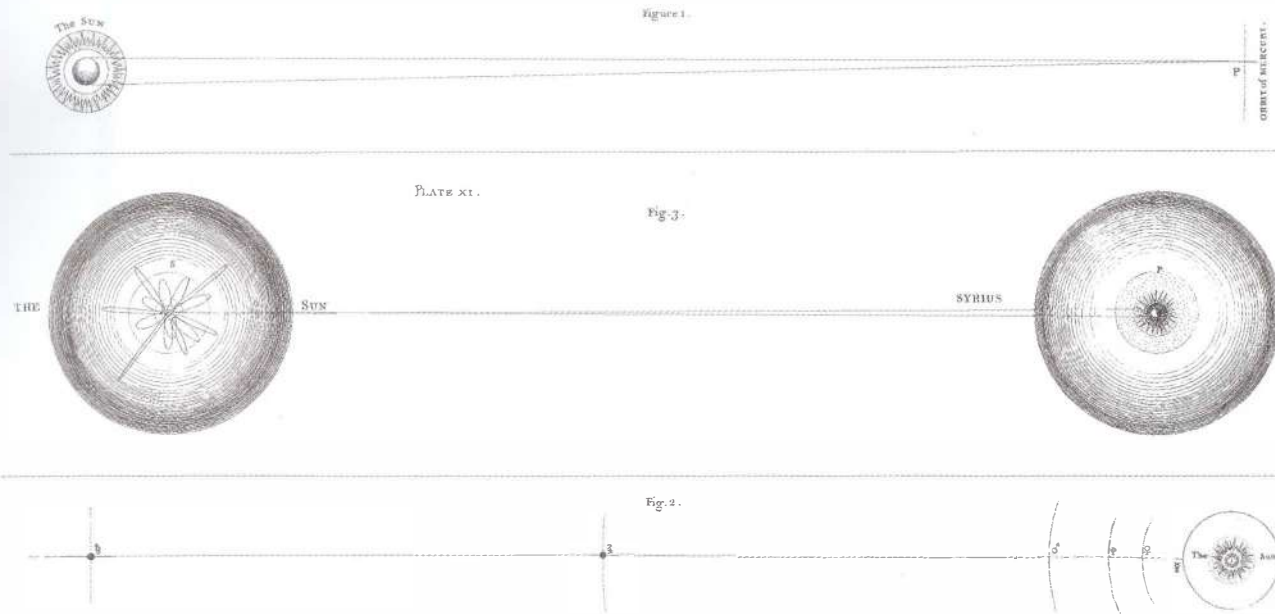


Figura 4. Sistema Solar de Wright y Sirius

La imagen superior muestra, a escala, el Sol (izquierda) y la órbita de Mercurio (derecha). La del medio recoge todo el Sistema Solar con la órbita de Saturno (S) y varias órbitas de cometas elípticas (izquierda) así como el sistema de la estrella brillante Sirius (derecha). En la imagen inferior, de izquierda a derecha, pueden verse las órbitas de Saturno, Júpiter, Marte, la Tierra, Venus, Mercurio y el Sol.

Aquí, en la parte superior izquierda, vemos la primera de las cuatro ilustraciones modernas que intentan mostrar lo mismo; en ella vemos la Tierra en su órbita y los otros planetas interiores. El punteado pretende representar una fracción de la plétora de pequeños mundos llamados asteroides. Más allá de los mismos está la órbita de Júpiter. La distancia de la Tierra al Sol representada por la barra de escala de la parte superior se llama unidad astronómica. Este es el primer ejemplo —hablaré de muchos más— de una especie de arrogancia geocéntrica o antropocéntrica de la que parecen infectados todos los intentos humanos de estudiar el cosmos. La idea de que una unidad astronómica para medir el universo tenga como base la distancia de la Tierra al Sol es sin lugar a dudas una pretensión humana. Pero, como está profundamente arraigada en la astronomía, seguiré empleándola.

En el recuadro superior derecho, vemos la imagen anterior contenida dentro de un pequeño cuadrado en el centro. Aquí la escala es de diez unidades astronómicas. A esta distancia no se pueden distinguir las órbitas de los planetas interiores, incluida la Tierra, pero sí podemos ver las de los planetas gigantes Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, así como la del pequeño Plutón.

En la parte inferior derecha, la imagen anterior aparece dentro de un pequeño cuadrado, a una escala de cien unidades astronómicas. Y vemos también un cometa —hay muchos— de peculiar órbita.

Otro incremento de escala de factor diez y detenemos la imagen de la parte inferior izquierda. La sombra gris pretende representar los límites interiores de la Nube de Oort, de aproximadamente un trillón de cometas —núcleos cometarios— que rodean el Sol y se extienden hacia los límites del espacio interestelar.

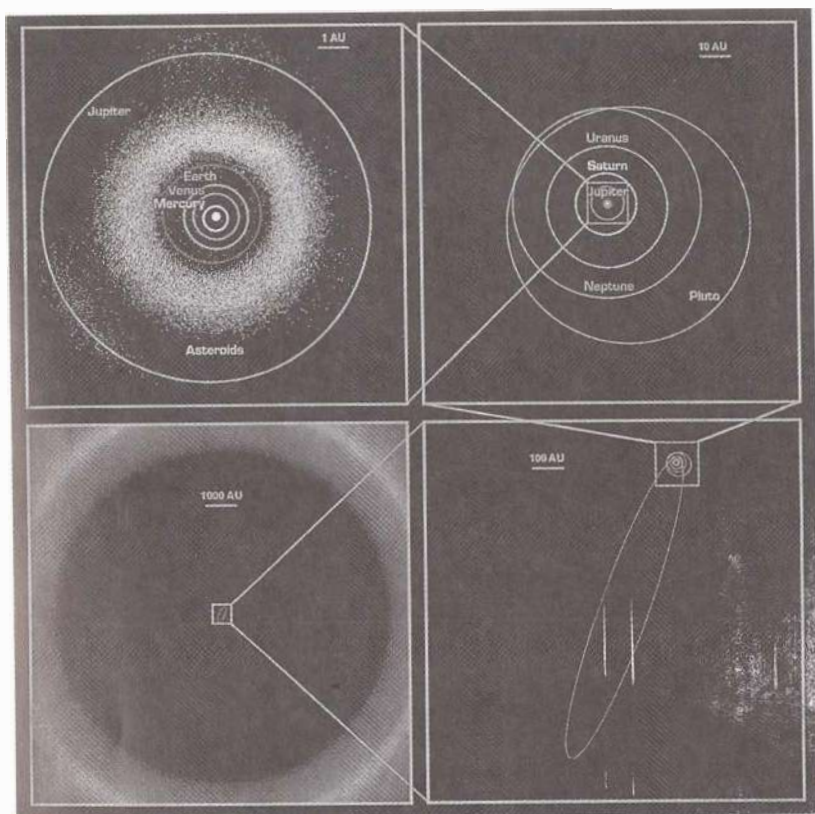


Figura 5. Escalas del Sistema Solar

Izquierda superior: Las órbitas de los planetas interiores Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, el Cinturón de Asteroides y la órbita de Júpiter.

Derecha superior: La escala se aumenta diez veces para abarcar las órbitas más grandes de todos los planetas gigantes de gas Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, y la órbita elíptica de Plutón.

Derecha inferior: Un cambio más de escala comprime las órbitas de todos los planetas dentro del cuadro, en el extremo de la órbita marcadamente elíptica de un cometa.

Izquierda inferior: La escala vuelve a aumentar de modo que la órbita cometaria queda ahora en el cuadrado pequeño del centro y vemos la porción interior de la Nube de Oort de cometas.

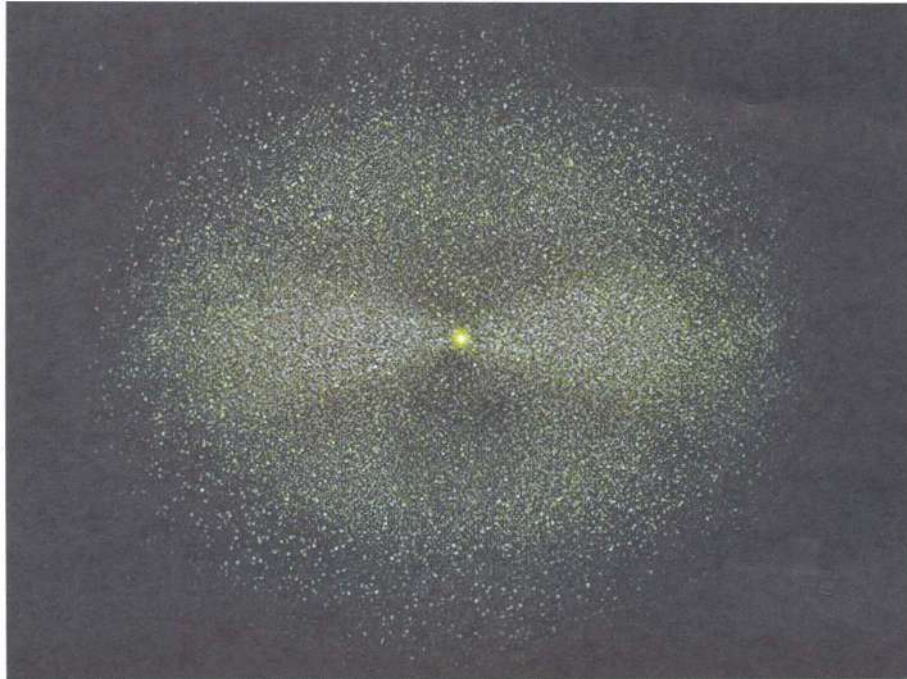


Figura 6. Nube de Oort

Esta visión esquemática muestra la inmensa nube esférica de quizá un trillón de cometas, débilmente unidos por la gravedad del Sol (centro). El nombre procede del astrónomo holandés Jan Oort, quien correctamente dedujo su existencia en 1950.

Esta imagen es una representación artística de toda la Nube de Oort. Aquí la dimensión es de *cien mil* unidades astronómicas, y puede apreciarse el límite externo de la Nube de Oort. Todos los planetas y cometas que conocemos están perdidos en el resplandor de la luz del Sol. Y aquí, por primera vez, disponemos de escala suficiente para ver algunas de las estrellas vecinas. Así pues, el mundo en que vivimos es una parte pequeña e insignificante de una vasta colección de mundos, muchos de los cuales son notablemente más pequeños y algunos más grandes. El número total de estos mundos, como ya he dicho, es del orden de un trillón, o 10^{12} , un uno seguido de doce ceros, de los que la Tierra representa sólo uno, todos dentro del Sistema Solar. Y nuestra estrella es sólo una entre una inmensa multitud.

Aquí Thomas Wright ha dado un par de saltos y vemos varios sistemas con sus respectivos rosetones cometarios. Es evidente que intuía que el cielo estaba lleno de sistemas más o menos como el nuestro y fue tan explícito de palabra como lo es aquí mediante una imagen de su libro de 1750, que, por cierto, es también donde se dice por primera vez explícitamente que las estrellas que vemos en el cielo nocturno forman parte de una concentración de estrellas, lo que actualmente denominamos la galaxia de la Vía Láctea, con una forma específica y un centro específico.

Hay un inmenso número de estrellas dentro de nuestra galaxia. No tantas como núcleos cometarios alrededor del Sol, pero tampoco puede decirse que sean pocas. Contiene unos 400 mil millones de estrellas, de las que una es el Sol.

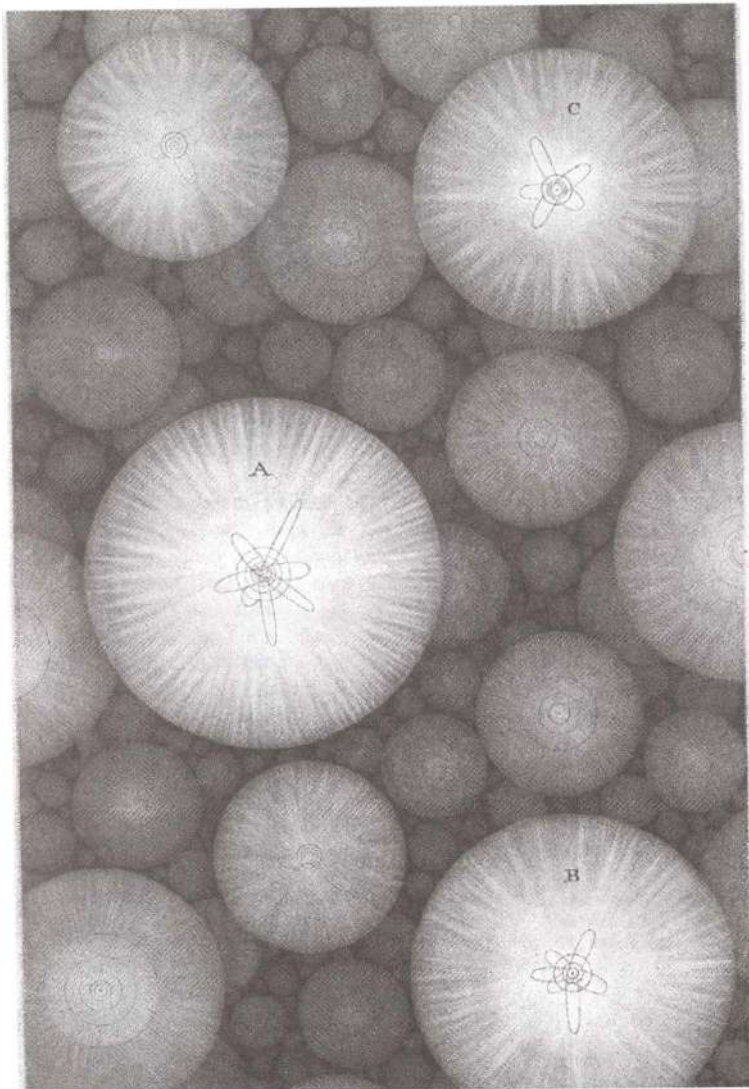


Figura 7. Wright: otros sistemas

Wright dijo que nuestro Sistema Solar era sólo uno de un número de incontables sistemas similares en la Vía Láctea, conteniendo cada uno de ellos quizá una estrella rodeada de su propio séquito de planetas y cometas.



Figura 8. Cúmulo de estrellas de Las Pléyades

Las brillantes estrellas de este cúmulo iluminan los restos apenas visibles de la nube interestelar de la que surgieron. Este cúmulo de estrellas, detectable a simple vista en la constelación de Taurus, está a unos 13 años luz.

Aquí tenemos las Pléyades, una serie de estrellas jóvenes recién nacidas y que todavía aparecen envueltas en sus capullos de gas y polvo estelar.

Ésta es una de las muchas nebulosas, grandes nubes de gas y polvo interestelar. Lo que vemos aquí es una salpicadura de estrellas en primer plano, y detrás de ellas, una nube resplandeciente de hidrógeno interestelar: se trata de la materia roja. Los trazos oscuros no indican ausencia de estrellas, sino una región en la que la materia oscura nos impide ver las estrellas que hay detrás. Es en densas concentraciones de esta materia oscura interestelar donde se encuentran en proceso de gestación nuevas estrellas y, como empezamos a saber ahora, también nuevos sistemas planetarios.



Figura 9. Nebulosa de Orion

Una nube inmensa de gas interestelar reluciente y polvo opaco, de la que nacen docenas de nuevas estrellas. La nebulosa tiene unos 40 años luz de diámetro y está a 1.500 años luz. Si miramos hacia la constelación de Orion una noche de invierno, este vivero estelar aparece como la «estrella» central neblinosa de la espada.

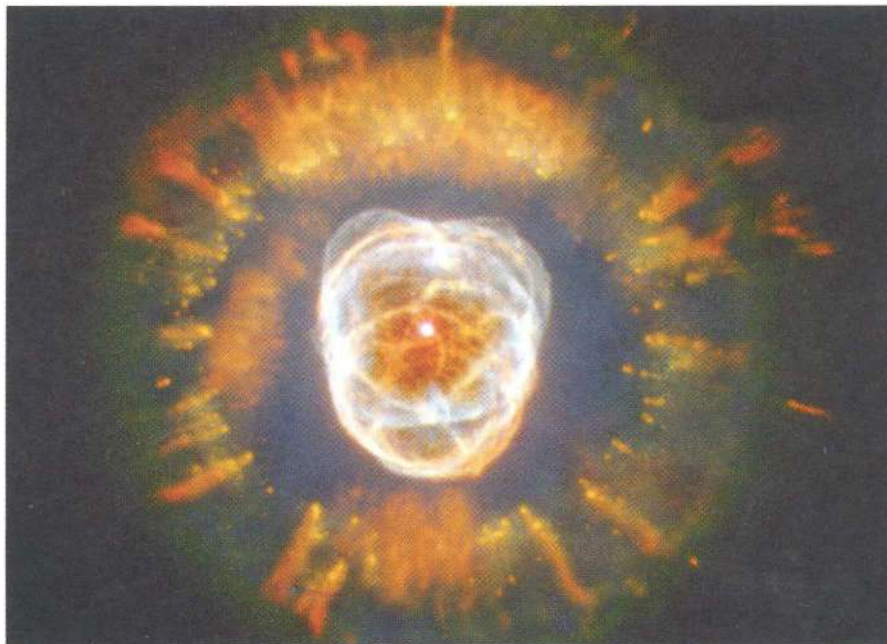


Figura 10. Nebulosa del Esquimal

Hace 10.000 años, esta aureola de gas y polvo formaba parte de la estrella central. La estrella moribunda expulsó entonces sus capas exteriores hacia el espacio en estallidos sucesivos, formando lo que los astrónomos llaman una nebulosa planetaria. Todas las estrellas ordinarias, como el Sol, tendrán finalmente un destino similar.

Esta fotografía es de una estrella agonizante. En el curso de su evolución, ha expulsado sus capas externas en una especie de burbuja de gas expansivo, sobre todo hidrógeno. Las estrellas hacen eso episódicamente, es posible que periódicamente y, cuando lo hacen, plantean graves problemas a los planetas que tienen alrededor. No se trata de algo inusual en estrellas un poco más grandes que el Sol.

Aquí tenemos algo aún más explosivo y peligroso. Es la Nebulosa del Velo. Se trata de los restos de una supernova, una estrella que ha estallado violentamente, y con ella, sin duda, toda la vida existente en cualquier planeta alrededor de esa estrella ha quedado destruida en esa explosión. Incluso estrellas ordinarias como el Sol tienen una secuencia de acontecimientos en la fase más avanzada de su historia que puede causar grandes problemas a los habitantes de sus planetas.

Dentro de unos 5, 6 o 7 mil millones de años, el Sol se convertirá en una estrella gigante roja y engullirá las órbitas de Mercurio y Venus y, probablemente, la Tierra. Ésta, entonces, estaría dentro del Sol y, en comparación, algunos de los problemas que tenemos en estos momentos parecerán modestos. Por otro lado, como está a 5.000 o más millones de años de distancia, no es nuestro problema más apremiante. Pero es algo a tener en cuenta. Tiene implicaciones teológicas.



Figura 11. Nebulosa del Velo

Estos filamentos resplandecientes son una porción de los restos en expansión de una supernova, una estrella que explotó hace unos 5.000 años en la constelación de Cygnus, el Cisne.



Figura 12. Nube de estrellas de Sagittarius

Una región relativamente llena de viejas estrellas hacia el centro de la galaxia de la Vía Láctea.

Hay un número ingente de estrellas. Especialmente en el centro de la galaxia, en dirección a la constelación de Sagitario, el cielo está repleto de soles, en total doscientos mil millones de soles, que forman la galaxia de la Vía Láctea. Hasta donde sabemos, la estrella media no es significativamente diferente del Sol. O, dicho de otro modo, el Sol es una estrella bastante característica de la galaxia de la Vía Láctea, sin nada en ella que llame especialmente la atención. Si retrocediéramos un poco e incluyéramos al Sol en esta imagen no seríamos capaces de decir si es el de la derecha o quizá aquel otro que está en la esquina superior derecha.

Sería fantástico disponer de una fotografía de la Vía Láctea hecha desde una distancia apropiada, pero todavía no hemos enviado cámaras tan lejos, por lo que, de momento, lo único que podemos hacer es mostrar una fotografía de una galaxia en espiral como la nuestra, M31, en la constelación de Andrómeda. Y, en primer plano, observamos estrellas de la Vía Láctea, a través de la cual vemos M31 y dos de sus galaxias satélites.

Ahora imaginemos que ésta es nuestra galaxia. Hay una gran concentración de estrellas en el centro, tan cerca unas de otras que no podemos distinguir las individualmente. Vemos esas espirales de gas oscuro y polvo en las que principalmente se forman nuevas estrellas. Si esto fuera la galaxia de la Vía Láctea, ¿dónde estaría el Sol? ¿Estaría en el centro de la galaxia, donde está claro que las cosas son importantes, o al menos bien iluminadas? La respuesta es no. Estaríamos en alguna parte alejada de éste, en la extrema periferia, donde no se produce la acción. Ocupamos un lugar muy poco notable y atractivo en esta gran galaxia de la Vía Láctea, pero, desde luego, no es la única galaxia. Hay muchas otras, un gran número de ellas.



Figura 13. Galaxia de Andromeda, M31

Esta gran galaxia en espiral está a sólo unos 2 millones de años luz, lo que la convierte en la más próxima a la Vía Láctea. El disco rotante de estrellas y nubes de gas y polvo tiene 200.000 años luz de diámetro y contiene varios centenares de miles de millones de sistemas solares.



Figura 14. Cúmulo de Hercules

La mayor parte de los objetos de esta imagen son galaxias enteras, como nuestra Vía Láctea, cada una de las cuales contiene muchos miles de millones de estrellas. Muchas de las galaxias del Cúmulo de Hercules se relacionan, y algunas de ellas llegan a colisionar y fusionarse. Este rico cúmulo está a unos 650 millones de años luz.

Esta imagen sólo quiere transmitir la sensación de cantidad. Estamos mirando fuera del plano de la Vía Láctea en dirección al Cúmulo de Hercules. Lo que vemos aquí son otras galaxias más allá de la Vía Láctea. (De hecho, hay más galaxias en el universo que estrellas dentro de la Vía Láctea.) Es decir, hay algunas estrellas en primer término, como en las imágenes previas, pero la mayoría de los objetos que vemos son galaxias: espirales vistas de lado, galaxias elípticas y de formas diversas. El número de galaxias externas más allá de la Vía Láctea es al menos de miles de millones y quizá de cientos de miles de millones, cada una de ellas formada por un número de estrellas más o menos comparable a nuestra propia galaxia. Así, si multiplicamos para saber cuántas estrellas significa esto, el número es... veamos, diez a la... sería algo así como uno seguido de veintitrés ceros, de las que nuestro Sol es sólo una. Resulta de utilidad para calibrar cuál es nuestro lugar en el universo. Y este inmenso número de mundos, la enorme escala del universo, desde mi punto de vista prácticamente no se ha tomado en consideración, ni siquiera de manera superficial, en ninguna religión, sobre todo en las religiones occidentales.

No he mostrado imágenes de nuestro pequeño mundo, como tampoco lo hizo Thomas Wright, que escribió: «En cuanto a lo que decís acerca de que he dejado mi propia morada fuera de mi esquema del universo, después de viajar tan lejos hacia el infinito como para perder la visión de la Tierra, creo que debo contestar como hizo Aristóteles cuando Alejandro, mirando el mapa del mundo, le preguntó por la ciudad de Macedonia. Se cuenta que el filósofo le dijo al príncipe que el sitio que buscaba era demasiado pequeño para prestarle atención y que había sido omitido con motivo. El Sistema Solar —prosigue Wright—, comparado con una diminuta parte de la creación visible es sólo una pequeña porción del universo conocido, por lo que en una panorámica tan limitada de la inmensidad del espacio, el lugar que ocupa la Tierra creo que es de muy escasa consecuencia.»

Esta perspectiva nos da idea de dónde estamos. No creo que debamos considerarlo demasiado descorazonador. Es la realidad del universo en que vivimos.

Muchas religiones han intentado hacer grandes estatuas de sus dioses, con la idea, supongo, de hacernos sentir pequeños a nosotros. Pero, si ése era su objetivo, ya pueden quedarse sus míseros iconos. Para sentirnos pequeños basta con que levantemos la mirada. Después de un ejercicio como éste, mucha gente llega a la conclusión de que el sentimiento religioso es inevitable. Edward Young, en el siglo XVIII dijo: «Un astrónomo que no sea devoto está loco», por lo que supongo que es esencial que todos nosotros declaremos nuestra devoción si no queremos correr el riesgo de ser declarados locos. Pero ¿devoción a qué?

Todo lo que hemos visto forma parte de un universo inmenso, complicado y maravilloso. De un ejercicio como el que acabamos de hacer no se deriva ninguna conclusión teológica concreta. Más aún, cuando entendemos algo de la dinámica astronómica, de la evolución de los mundos, nos damos cuenta de que los mundos nacen y mueren, que tienen un ciclo vital como los humanos y que, por tanto, si bien en el cosmos hay mucha vida, también hay mucho sufrimiento y muerte. Por ejemplo, hemos hablado de estrellas en los últimos estadios de su evolución. Hemos hablado de estallidos de supernovas. Hay explosiones aún mucho mayores. En los centros de las galaxias de lo que denominamos quásares, y otras explosiones, quizá de quásares pequeños. De hecho, la propia galaxia de la Vía Láctea ha sufrido una serie de explosiones a partir de su centro, a unos treinta mil años luz de distancia. Y si, como especularé más adelante, la vida, y quizá incluso la inteligencia, se da en todo el cosmos, se deduce que, con frecuencia, se produce una destrucción masiva y la devastación de planetas enteros en todo el universo.

Se trata de un punto de vista diferente del tradicional sentimiento de Occidente de una deidad amorosamente preocupada por el bienestar de las criaturas inteligentes. La astronomía mo-

derna sugiere conclusiones muy diferentes. Me viene a la mente un pasaje de Tennyson: «Lo encontré en el resplandor de las estrellas, / lo distinguí en el florecimiento de sus campos.» Hasta aquí, bastante normal. «Pero —sigue Tennyson—, en su relación con los hombres no lo encuentro... ¿Por qué en todo lo que nos rodea / es como si un dios menor hubiera creado el mundo, / y no tuviera fuerzas para darle la forma que debería...?»

Para mí, personalmente, el primer verso: «Lo encontré en el resplandor de las estrellas», no es del todo evidente. Depende de quién sea Él. Pero sin duda hay un mensaje en los cielos, con la finitud no sólo de la vida sino también de mundos enteros, en realidad de galaxias enteras, aunque contradiga en parte los puntos de vista teológicos convencionales en Occidente, si bien no en Oriente. Y ese mensaje es la idea de un Creador inmortal. Como ha señalado Ann Druyan, un Creador inmortal es por definición un dios cruel, porque Él, que nunca tiene que enfrentarse al temor de la muerte, crea en cambio innumerables criaturas que sí tienen que hacerlo. ¿Por qué hace algo así? Si El es omnisciente, podría ser más amable y crear seres inmortales, protegidos del peligro de muerte. Sin embargo, crea un universo en el que muchas de sus partes, y quizá la totalidad del mismo, mueren. En muchos mitos, la posibilidad que más preocupa a los dioses es que los humanos descubran algún secreto de inmortalidad o incluso, como en el mito de la Torre de Babel, por ejemplo, que intenten el asalto a los cielos. Hay un imperativo claro en la religión occidental, y es que los humanos deben seguir siendo criaturas pequeñas y mortales. ¿Por qué? Es un poco como si los ricos que imponen la pobreza a los pobres pretendieran ser amados por ello. E, incluso con una simple mirada superficial al tipo de cosmos que he presentado, se plantean otros desafíos a las religiones convencionales.

Permítanme leer un pasaje de Thomas Paine, de *The Age of Reason* [La edad de la razón], Paine era un inglés que desempeñó un papel importante tanto en la Revolución americana como en

la francesa. «¿De dónde —pregunta Paine—, de dónde pudo surgir la soberbia y extraña presunción de que el Todopoderoso, que tenía millones de mundos dependientes por igual de su protección, pudiera desentenderse de todos los demás y venir a morir al nuestro porque, dicen, un hombre y una mujer comieron una manzana? Y, por otro lado, ¿debemos suponer que todos los mundos de la ilimitada creación tuvieron una Eva, una manzana, una serpiente y un redentor?»

Lo que Paine está diciendo es que nuestra teología está centrada en la Tierra y atañe sólo a un pequeño trozo de espacio; y que, cuando damos un paso atrás y alcanzamos una perspectiva cósmica más amplia, nuestro mundo en realidad es insignificante. Y, desde mi punto de vista, hay además un problema general que afecta a gran parte de la teología occidental, y es que el Dios retratado es demasiado pequeño. Se trata del dios de un mundo diminuto y no del dios de una galaxia, menos aún de un universo.

Podemos decir: «Bueno, eso es sólo porque no se encontraron las palabras adecuadas cuando se escribieron los primeros libros sagrados judíos, cristianos o islámicos.» Pero ése no es el problema; está claro que con las bellas metáforas de estos libros habría sido posible describir algo como la galaxia y el universo, y sin embargo no lo hacen. Su Dios es el dios de un mundo pequeño, un problema que yo creo que los teólogos no han abordado adecuadamente.

No digo que sea una virtud regodearse en las propias limitaciones, pero es importante asumir que es mucho lo que ignoramos. Hay una cantidad enorme de cosas que no sabemos, y unas pocas que sí. Y eso que entendemos nos sitúa frente a un cosmos imponente que, simplemente, es diferente del cosmos de nuestros piadosos antepasados.

¿Intentar entender el universo delata una falta de humildad? Creo que es verdad que la humildad es la única actitud adecuada para encararse con el universo, pero no una humildad que nos

impida buscar la naturaleza de ese universo que admiramos. Si buscamos esa naturaleza, el amor puede ser informado por la verdad en lugar de estar basado en la ignorancia o el autoengaño. Si existe un Dios Creador, ¿preferirá Él, Ella o Ello (cualquiera que sea el pronombre apropiado) un tipo de bruto atontado que lo adore sin entender nada? ¿O más bien que sus devotos admiren el universo real en toda su complejidad? Yo diría que la ciencia, al menos en parte, es adoración informada. Y mi creencia más profunda es que, si existe algo parecido a un dios del tipo tradicional, nuestra curiosidad e inteligencia proceden de Él. Sería no valorar esos dones si sofocásemos nuestra pasión por explorar el universo y a nosotros mismos. Por otro lado, si tal dios tradicional no existe, entonces la curiosidad y la inteligencia son herramientas esenciales para gestionar nuestra supervivencia en una época extremadamente peligrosa. En cualquier caso, la empresa del conocimiento está sin duda en concordancia con la ciencia; debería estarlo también con la religión, y es esencial para el bienestar de la especie humana.



La resistencia a las tesis de Copérnico

Todos crecemos sintiendo que hay una relación personal entre nosotros y el universo. Y todos tenemos la natural tendencia de proyectar nuestro propio conocimiento —especialmente el conocimiento de sí mismo—, y nuestros sentimientos en los demás. Es común en la psicología y la psiquiatría. Y lo mismo hacemos con nuestra visión del mundo natural. Los antropólogos e historiadores de la religión a veces lo llaman animismo y lo atribuyen a las así llamadas tribus primitivas, es decir, las que no han fabricado instrumentos de destrucción masiva. Es la idea de que cada árbol y cada arroyo tienen una especie de espíritu activo, que, como dijo Tales, el primer científico, en uno de los fragmentos de su obra que se conservan: «Hay dioses en todas las cosas.» Es una idea natural, pero no se circunscribe a los animistas, de los que hoy en día hay muchos millones en el planeta. Los físicos, por ejemplo, lo aplican siempre, excepto donde la naturaleza no lo pide. Es de lo más corriente, en la teoría cinética de los gases, por ejemplo, imaginar esas pequeñas moléculas de aire que colisionan afanosamente ante nosotros como, quizá, bolas de billar. Bueno, aquí no se trata exactamente de una proyección, ya que los físicos no hablan estrictamente de bolas de billar, pero sí toman un elemento de la experiencia cotidiana y lo proyectan sobre un campo diferente. Es muy común que los físicos

se refieran a moléculas o asteroides con la palabra coloquial «tíos». Es más fácil imaginar cómo es una molécula o un asteroide si se piensa que son seres como nosotros. Y eso, creo, revela el predominio en el día de hoy de esa antigua manera de pensar.

Sin embargo, esta proyección no puede llevarse demasiado lejos, porque antes o después nos daríamos de bruces. Por ejemplo, cuando llegamos a la relatividad o a la mecánica cuántica, descubrimos campos ajenos a nuestra experiencia cotidiana y, de pronto, las leyes de la naturaleza resultan sorprendentemente diferentes. La idea de que, cuando camino en una determinada dirección, mi reloj va un poco más despacio y yo me contraigo en la dirección del movimiento mientras que mi masa se incrementa ligeramente no se corresponde con la experiencia cotidiana. Sin embargo, se trata de un efecto absolutamente comprobado de la relatividad especial, y la razón por la que no se ajusta al sentido común es porque no tenemos la costumbre de viajar a una velocidad cercana a la de la luz. Es posible que algún día tengamos este hábito, y entonces, las transformaciones de Lorentz* serán naturales, intuitivas. Pero todavía no es así.

La idea de que hay un límite de velocidad cósmica, la velocidad de la luz, por encima de la cual ningún objeto material puede viajar, también parece contraria a la intuición, aunque pueda demostrarse, como hizo Einstein, a partir de un análisis asombrosamente simple y básico de lo que entendemos por espacio, tiempo, simultaneidad y este tipo de cosas.

Si yo les dijera que mi brazo puede estar en esta posición o en esta otra, pero que las leyes de la naturaleza le prohíben estar en una postura intermedia, probablemente les parecería absurdo, contrario a la experiencia. Sin embargo, a nivel subatómico, hay

* Las transformaciones de Lorentz especifican que el tiempo se ralentiza y la longitud se contrae en todas sus dimensiones de referencia según la velocidad relativa. La teoría de la relatividad especial de Einstein modificó la transformación de Lorentz estableciendo que, para los observadores, la velocidad de la luz es constante.

una quantización de la energía, la posición y el momento. La razón por la que parece antiintuitivo es porque, normalmente, no alcanzamos el nivel de lo muy pequeño, donde dominan los efectos cuánticos.

Así pues, la historia de la ciencia —especialmente de la física— ha sido en parte el tira y afloja entre la tendencia natural a proyectar nuestra experiencia cotidiana en el universo y la disconformidad del universo con esta tendencia humana.

Hay aún otra tendencia de la esfera psicológica o social que proyectamos sobre el mundo natural y es la idea de privilegio. Desde los inicios de la civilización, en las sociedades ha habido clases privilegiadas. Unos grupos oprimen a otros y procuran mantener estas jerarquías de poder. Los hijos de los privilegiados crecen confiando en que, sin ningún esfuerzo particular por su parte, mantendrán su posición privilegiada. Al nacer, todos nosotros nos percibimos como el universo, y no distinguimos las fronteras entre nosotros y los que nos rodean. Eso está muy arraigado en los niños. A medida que crecemos, descubrimos que hay otros que al parecer son autónomos, y que nosotros sólo somos una entre muchas otras personas. Y entonces, al menos en algunas situaciones sociales, se tiene la sensación de que el nosotros es fundamental, importante. Por supuesto, otros grupos sociales no tienen esta visión, pero generalmente eran los privilegiados y de alto estatus, sobre todo en tiempos antiguos, los que llegaban a ser científicos, por lo que era natural que proyectaran esas actitudes sobre el universo.

Así, por ejemplo, Aristóteles proporcionó argumentos de peso, ninguno de los cuales puede descartarse instantáneamente, de que se movían los cielos y no la Tierra, que la Tierra permanecía inmóvil mientras el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas salían y se ponían dando una vuelta alrededor de ella todos los días. Con la excepción de este tipo de movimiento, se creía que los cielos eran inalterables. La Tierra, aunque inmóvil, regía todo el universo.

Allá arriba había una materia que era perfecta, inmutable, un tipo especial de materia celestial, que por cierto es el origen de la palabra «quintaesencia». Aquí abajo había cuatro esencias, los cuatro elementos imaginados: tierra, agua, fuego y aire, y después estaba el quinto elemento, la quinta esencia de la que estaba hecho el cielo.

En el siglo xv, Nicolás Copérnico sugirió una visión diferente. Sostenía que era la Tierra la que giraba y que las estrellas, en cambio, permanecían inmóviles. También dijo, a fin de explicar esos movimientos aparentes de los planetas contra el fondo de estrellas más distantes, que los planetas y la Tierra, además de rotar, orbitaban alrededor del Sol. Es decir, la Tierra bajó de categoría. Hablamos de *el* mundo, o de *la* Tierra. ¿Qué nos dice el artículo definido? Que aquello de lo que se habla es único. Y eso también tiene su origen en la época precopernicana, como la locución, tan natural, del Sol *naciente* o del Sol *poniente*.

Copérnico, por cierto, era tan consciente de que sus ideas eran peligrosas que no se publicaron hasta que se encontraba en su lecho de muerte, e incluso entonces su obra fue prologada por la atroz introducción de un hombre llamado Osiander, que expresaba su preocupación por lo que le parecía un texto excesivamente incendiario y radical. Osiander, en efecto, escribió: «Copérnico en realidad no cree esto. Son sólo especulaciones. Que nadie piense que está diciendo algo contrario a la doctrina.» Se trataba de un tema delicado. Los puntos de vista de Aristóteles habían sido plenamente aceptados por la Iglesia medieval —Tomás de Aquino tuvo un papel importante en ello— y, por tanto, en tiempos de Copérnico, una objeción seria a un universo geocéntrico constituía una ofensa teológica. Y no es difícil de entender porque, si Copérnico tenía razón, entonces la Tierra quedaba relegada, dejaba de ser *la* Tierra y *el* mundo para ser *un* mundo y *una* tierra, una entre muchas.

Y luego vino una posibilidad aún más inquietante, la idea de que las estrellas eran soles distantes que también tenían planetas

a su alrededor; después de todo, sólo a simple vista pueden verse miles de estrellas. De pronto, la Tierra no sólo deja de ser el centro de nuestro Sistema Solar sino que ya no es siquiera el centro de ningún Sistema Solar. Después, hubo un período en el que creíamos ser el núcleo de nuestra galaxia, la Vía Láctea: si bien la Tierra no estaba en el centro de nuestro Sistema Solar, al menos éste sí estaba situado en el centro de la galaxia de la Vía Láctea. Y, para que se hagan una idea de cuánto tiempo tardaron las ideas de Copérnico en llegar a la astronomía galáctica, la refutación definitiva de esta creencia sólo se dio en la década de 1920.

Y aún quedaba la esperanza de que, bueno, al menos podía ser que la nuestra fuera la galaxia central de todas las otras, de esos miles de millones de otras galaxias. Pero según opiniones modernas, no existe un centro del universo —al menos no en el espacio tridimensional ordinario—, y, desde luego, nosotros no estamos en él.

Así pues, los que querían un propósito cósmico central para nosotros, o al menos para nuestro mundo, o al menos para nuestro sistema solar, o al menos para nuestra galaxia, se han visto decepcionados, progresivamente decepcionados. El universo no responde a nuestras ambiciosas expectativas. A lo largo de los últimos cinco siglos se han podido oír suspiros de preocupación cada vez que los científicos revelaban un paso más de la no centralidad de nuestra posición mientras muchos otros luchaban hasta el final para resistirse a esta idea. La Iglesia católica amenazó a Galileo con la tortura si persistía en la herejía de decir que la que se movía era la Tierra y no el Sol y el resto de los cuerpos celestes. La cosa era seria.

En esa misma época, otro de los preceptos aristotélicos fue desafiado: la idea de que, exceptuando el movimiento de las esferas de cristal en las que estaban insertados los planetas, los cielos eran inmutables. En 1572, hubo una explosión de una supernova en la constelación de Cassiopeia. Una estrella que antes era invisible, de pronto se volvió tan brillante que podía ser per-

cibida a simple vista. De ello se dio cuenta el astrónomo danés Tycho Brahe. Bueno, si allí arriba no cambiaba nada, ¿cómo era que súbitamente aparecía una estrella —con súbitamente quiero decir de la invisibilidad a algo fácilmente visible en el período de una semana o menos— y se quedaba unos meses antes de desaparecer? Algo estaba equivocado.

Sólo unos años después, pudo verse un cometa impresionante, el Cometa de 1577, y Tycho Brahe—décadas después de Copérnico— tuvo la clarividencia de organizar una serie de observaciones internacionales del cometa. La idea era dilucidar si ocurría por aquí abajo, en la atmósfera de la Tierra, como Aristóteles había insistido en que debía ser, o allá arriba, entre los planetas. Parte de la razón por la que Aristóteles había insistido en que los cometas eran fenómenos meteorológicos era su convencimiento de que el cielo era inmutable.

Brahe pensó que, si el cometa estaba cerca de la Tierra, dos observadores alejados uno del otro lo verían con estrellas diferentes al fondo. Eso se llama paralaje y se puede comprobar fácilmente guiñando primero el ojo izquierdo y luego el derecho, con un dedo colocado a un palmo de la nariz. Al hacerlo, el dedo parece moverse.

Brahe razonaba que, si el cometa estaba muy lejos, los dos observadores alejados entre sí lo verían casi en la misma parte del cielo desde sus respectivas posiciones. Podía determinarse lo lejos que estaba según cuánto se moviera entre esas dos posiciones, según fuera el paralaje. Brahe llegó a la conclusión de que seguramente estaba más allá de la Luna y, por tanto, arriba, en el reino planetario, y no aquí abajo, como fenómeno meteorológico. Fue otro descubrimiento perturbador para el conocimiento aristotélico institucionalizado.

A medida que la ciencia ha ido progresando, se han producido una serie de asaltos —uno detrás de otro— a la vanagloria humana. Uno de ellos, por ejemplo, es el descubrimiento de que la Tierra es mucho más antigua de lo que nadie había supuesto.

Y que la historia humana se remonta sólo a unos pocos milenios. Mucha gente creía que el mundo no era mucho más antiguo que la historia humana, y no se sabía nada de evolución ni de largas eras. Pero entonces empezaron a acumularse pruebas geológicas y paleontológicas según las cuales era muy difícil que formaciones geológicas, así como plantas y animales ahora extintos, cuyos fósiles se encontraron, hubieran existido a no ser que la Tierra fuera muchísimo más vieja que los pocos miles de años que se le suponían. Es una batalla que todavía se está librando. En Estados Unidos, por ejemplo, hay grupos de personas llamados «creacionistas», cuyos miembros más radicales insisten en que la Tierra tiene una antigüedad inferior a diez mil años. Cuanto más joven sea la Tierra, mayor es el rol relativo de los humanos en su historia. Si la Tierra tiene, como sin duda sabemos, 4.500 millones de años de antigüedad, y la especie humana unos pocos millones de años como máximo, probablemente menos, entonces hemos estado aquí sólo un instante de tiempo geológico, menos de una milésima parte de la historia de la Tierra y, por consiguiente, tanto en el tiempo como en el espacio, habríamos sido degradados de una posición central a una meramente incidental.

A continuación, la evolución de la especie fue otro descubrimiento, y aún más inquietante, porque se había confiado que, como mínimo, los humanos fuéramos caso aparte respecto al resto del mundo natural, que se nos hubiese puesto aquí de una manera diferente de, por ejemplo, las petunias. Y, sin embargo, la obra ya clásica de Darwin demostraba que era muy probable que estuviésemos relacionados en un sentido evolutivo con todos los demás animales y vegetales del planeta. Todavía mucha gente se siente profundamente ofendida por esta idea.

Esta sensación de ofensa —y lo que digo ahora es pura especulación para mí tiene profundas raíces psicológicas. En parte, creo que se trata de poca disposición a aceptar los aspectos más instintivos de la naturaleza humana, algo que sin embargo

es esencial poseer si queremos sobrevivir. Me parece que ignorarlo, dar por hecho que todos los humanos son en la actualidad seres racionales, es enormemente peligroso en una época de armas nucleares. Creo que la incomodidad que sienten algunas personas cuando van al zoo y ven las jaulas de los monos es una señal de alarma.

Más adelante, en la primera parte del siglo xx, hubo todavía un nuevo asalto, que llegó con la relatividad especial. Porque uno de los puntos centrales de la relatividad especial es que no hay marcos de referencia privilegiados, que no estamos en una posición o estado de movimiento destacables. No hay nada privilegiado en nuestra velocidad o en nuestra aceleración; precisamente, el universo se puede comprender si realmente no tenemos un marco especial de referencia.

Es verdad que hay algo especial respecto a nuestra posición en el tiempo. El universo ha cambiado. Un microsegundo después del Big Bang era bastante diferente a como es ahora. Por eso nadie mantiene actualmente que no hay algo especial en nuestra época puesto que el universo mismo evoluciona. Pero en términos de posición, velocidad y aceleración, no hay ningún privilegio en cuanto a dónde estamos. Así lo comprendió un hombre joven que se oponía al privilegio en la esfera social. Si leemos los escritos autobiográficos de Einstein, creo que se ve bastante claro que su oposición al privilegio en el mundo social estaba relacionada con su oposición al mismo en la física fundamental.

Bueno, si no tenemos una posición, velocidad o aceleración que nos distinga, ni un origen separado de los otros animales y plantas, como mínimo, quizá seamos los seres más inteligentes del universo. Y ésta es nuestra singularidad. Así pues, hoy en día, la batalla, la batalla copernicana, se libra de forma en cierto modo encubierta en la cuestión de la inteligencia extraterrestre. Puede que las ideas copernicanas —el principio de mediocridad, si quieren llamarlo así— funcionasen para todo lo que hemos dicho, pero no funcionan en cuanto a la vida extraterrestre, y a que

nosotros seamos únicos. Volveré a eso más tarde, pero creo que la revolución copernicana en curso también es relevante para este debate.

Hoy en día hay otro campo de batalla en el que las ideas copernicanas son cuestionadas. Está relacionado con uno de los argumentos clásicos a favor de la existencia de Dios, es decir, el tipo de Dios occidental, a saber, el argumento basado en el diseño.

La idea del argumento del diseño es la siguiente: supongamos que no sabemos nada de relojes y nos encontramos un elegante reloj de bolsillo. Lo abrimos y oímos tictac tictac, y vemos todos sus engranajes, palancas y dorados brillantes, cosas que no se encuentran en la naturaleza. Por tanto, la existencia de un mecanismo tan complejo, la existencia del reloj, implica que hay un relojero. Ahora miramos un organismo. Tomemos un organismo muy modesto, una bacteria. Si la observamos, veremos un mecanismo mucho más complejo que el del reloj de bolsillo. Una bacteria tiene muchas partes móviles, mucha más información de la que se necesitaría para fabricar un reloj de bolsillo y, sin embargo, el mundo está lleno de bacterias. Están en todas partes y en cantidades enormes. ¿Es posible que este ser, mucho más complejo que un reloj, surgiera espontáneamente de quién sabe qué tipo de colisiones de átomos? ¿No es más probable que este «reloj» implique también un relojero? Éste es un ejemplo del argumento basado en el diseño, y podemos ver fácilmente que en la naturaleza todo podría ser susceptible de esta interpretación. Bueno, todo excepto el caos.

A través de la selección natural, Darwin demostró que hay una posibilidad distinta de la existencia de un Relojero, una manera en que, sin la intervención de un Relojero con mayúscula, podría surgir un orden enorme a partir de un mundo natural mas desordenado. Esta manera sería la selección natural.

Las ideas que subyacen tras la selección natural son que existe lo que se llama material hereditario, que en él se dan cambios espontáneos, que esos cambios se manifiestan tanto en la forma externa como en el funcionamiento del organismo, que estos últimos hacen muchas más copias de sí mismos de las que el entorno puede soportar y, por tanto, el entorno lleva a cabo algún tipo de selección entre varios intentos naturales de conseguir el éxito reproductor, y que algunos organismos, por puro accidente, están más dotados para dejar descendencia que otros.

Ahora bien, un aspecto esencial de esta idea es que requiere tiempo. Si el universo sólo tiene unos cuantos milenios, la evolución darwiniana carece de sentido. No ha tenido tiempo suficiente para producirse. Pero si la Tierra tiene unos cuantos miles de millones de años, el tiempo transcurrido es enorme, lo que, como mínimo, permitiría considerar que la evolución es el origen, como sin duda sugiere toda la biología moderna, de la complejidad y la belleza del mundo biológico.

Este tipo de argumento basado en el diseño se puede encontrar también en otros aspectos de la naturaleza, y me gustaría comentar dos de ellos. Uno, es la teoría de Isaac Newton del orden dentro del sistema solar, y el otro es una aproximación más interesante, aunque creo que defectuosa, a las leyes de la naturaleza, planteada en tiempos recientes y llamada principio antrópico.

Uno de los muchos extraordinarios logros de Newton fue demostrar que, a partir de unas cuantas leyes sencillas y en absoluto arbitrarias de la naturaleza, podía deducir con gran precisión el movimiento de los planetas en el sistema solar. El método de Newton ha seguido siendo válido desde entonces. Es precisamente la física newtoniana la que se aplica rutinariamente en mi campo de trabajo cuando se envían naves espaciales a los planetas, algo que se podría pensar que estaba lejos de las expectativas de Newton. Pero, de hecho, éste previó como mínimo el lanzamiento de objetos en dirección a la órbita de la Tierra.

Lo que Newton descubrió es que hay un plano distintivo

para el sistema solar. Copérnico lo había propuesto en esencia, pero Newton demostró en detalle cómo funcionaba. Los planetas dan vueltas alrededor del Sol en sus órbitas, todos ellos muy cerca del plano de la eclíptica, también llamado plano zodiacal (porque las constelaciones del zodiaco están dispuestas alrededor de este plano), por eso los planetas y el Sol y la Luna se mueven aparentemente a través del zodiaco. «¿Por qué es todo tan regular? —se preguntó Newton—. ¿Por qué todos los planetas están en el mismo plano? ¿Por qué todos orbitan alrededor del Sol en la misma dirección?» Es verdad, Mercurio no gira hacia un lado mientras Venus lo hace hacia el otro, sino que todos los planetas giran en el mismo sentido. Y, por lo que él sabía entonces, todos rotaban avanzando en el mismo sentido. Había algo asombrosamente regular en los planetas. En cambio, los cometas que se conocían en su época eran caóticos. Sus órbitas presentaban todos los ángulos posibles en relación con el plano de la eclíptica. Algunos iban en sentido directo; otros en sentido inverso. Y se inclinaban en todo tipo de ángulos.

Newton creía que las órbitas cometarias constituían el estado de la naturaleza y que era como se hubieran movido los planetas de no haber intervenido una mano. Creía que Dios facilitaba las condiciones iniciales para que todos los planetas se desplazaran alrededor del Sol en la misma dirección, en el mismo plano y rotando en un mismo sentido.

Ahora bien, en realidad, no se trata de una conclusión sólida, y Newton, que era extraordinariamente perspicaz en muchas áreas, está claro que en este punto no lo fue.

El esbozo de una solución general de este problema fue proporcionado, por lo que sabemos, de forma independiente por Immanuel Kant y Pierre-Simon, el marqués de Laplace.

En la época de Newton, Laplace y Kant ya existía el telescopio y, por tanto, ya se había descubierto que Saturno tiene un exquisito sistema de anillos a su alrededor, una parte del cual vemos en esta fotografía captada por la nave Cassini. Se trata de un

plano de escaso espesor constituido por partículas de pequeño tamaño. La primera demostración de que el anillo está compuesto de muchas partículas, y no es una lámina sólida, la hizo el físico escocés James Clerk Maxwell.

He aquí una imagen ampliada de los anillos de Saturno. Se puede ver que hay un gran número de ellos, con una separación: la llamada División de Cassini.

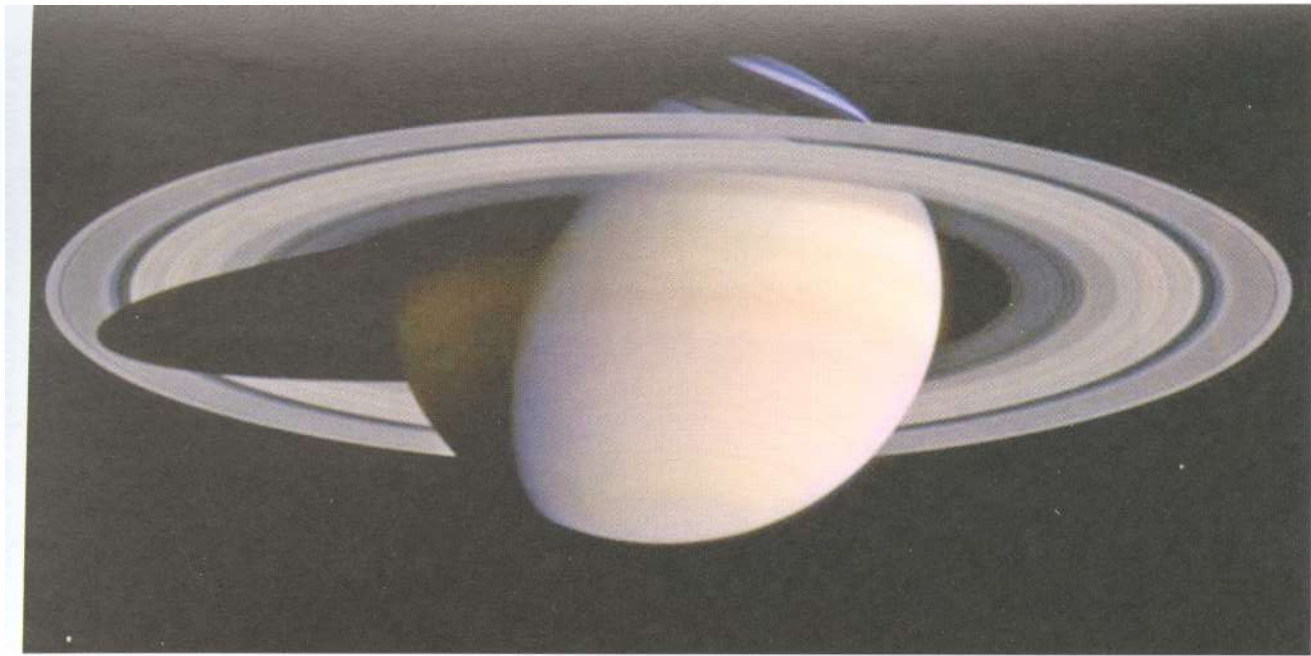


Figura 15. Panorámica de Saturno

Una asombrosa serie de anillos en órbita rodea el planeta gigante de gas Saturno, que proyecta una sombra sobre ellos. La División de Cassini es la más destacada de las muchas aberturas del sistema anular. El nombre procede del astrónomo italofrancés del siglo xvii Giovanni Domenico Cassini, que hizo muchos descubrimientos importantes sobre nuestro sistema solar. La nave espacial que lleva su nombre, la que tomó esta fotografía, ha hecho ahora lo mismo.

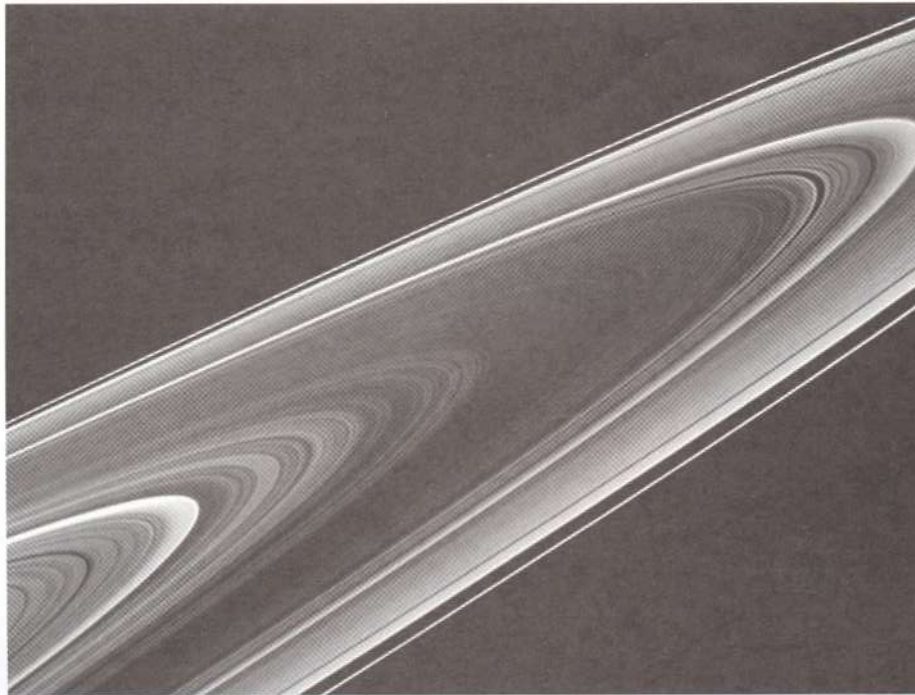


Figura 16. Primer plano de los anillos de Saturno

En esta imagen tomada desde atrás por la nave espacial *Cassini*, el Sol ilumina los anillos de Saturno por detrás, revelando la fina estructura de múltiples anillos finos.

Si miramos con atención esta fotografía, veremos una serie de anillos. Ahora sabemos que los hay a centenares, todos en un mismo plano, y también sabemos, como dedujeron Kant y Laplace, que consisten en piedras y partículas de polvo. Por otra parte, la proporción entre el espesor de los anillos de Saturno y su extensión lateral es inferior al que tiene una hoja de papel.

Kant también sabía de objetos que entonces se llamaban nebulosas. No estaba claro si estaban dentro de nuestra Vía Láctea o más allá; ahora sí lo sabemos, la mayor parte están más allá. Algunas de las nebulosas presentaban formas achatadas y estaban formadas, como sabemos ahora, por estrellas.

Así pues, Kant y Laplace, ambos teniendo en cuenta explícitamente los anillos de Saturno, y Kant además las nebulosas elípticas, formularon que el sistema solar tenía su origen en un disco achatado como aquéllos y que, de algún modo, los planetas se condensaban a partir del disco. Pero, de ser así, el disco debía de tener alguna rotación. Y todo lo que se condensara a partir de él giraría en esa misma dirección. Si pensamos en ello un momento, veremos que, a medida que las partículas se juntan y forman objetos más grandes, adquieren en efecto un sentido de rotación común.

Lo que Kant y Laplace describían es lo que ahora llamamos una nebulosa solar, o disco de acreción, cuya forma achatada fue la que tuvieron los planetas en el pasado, lo que hace perfectamente fácil de entender por qué los planetas están en el mismo plano, tienen la misma dirección de revolución y siguen el mismo sentido de rotación.

Aun es más, ahora sabemos también que la orientación errática de los cometas no es importante y que es muy probable que éstos tuvieran su origen en la nebulosa solar, girando todos alrededor del Sol en el mismo sentido, que luego fueran expelidos por interacciones gravitacionales con los planetas principales y que, después, debido a perturbaciones gravitacionales de estrellas próximas, sus órbitas resultaran modificadas aleatoriamente.

Así pues, Newton se equivocaba en ambos sentidos: (a) en el

de creer que la distribución caótica de las órbitas cometarias constituiría un sistema primordial, y (b) al presumir que no existía ninguna vía natural para explicar las regularidades del movimiento planetario que no fuera la intervención divina, de donde deducía la existencia de un Creador.

Si Newton pudo engañarse, en cuanto a eso, vale la pena que prestemos atención. Puesto que nosotros, que sin duda tenemos una inteligencia inferior al de él, podríamos ser susceptibles de incurrir en el mismo tipo de error.

Me gustaría concluir lo que he dicho sobre la nebulosa solar con tres imágenes más.

Este es un intento de ilustrar lo dicho hasta ahora. Una nube interestelar originalmente irregular está rotando. Se contrae gravitacionalmente; es decir, la gravedad propia la retrae sobre sí misma. Debido a la conservación del momento angular, se aplana formando un disco, dado que la fuerza centrífuga no se opone a la contracción a lo largo del eje de rotación sino en el plano de rotación. Eso significa que el resultado final será un disco. Mediante procesos en los que no hace falta detenernos (aunque se han hecho progresos notables para comprenderlos durante los últimos veinte años), hay inestabilidades gravitacionales que producen un gran número de objetos con órbitas cruzadas que antes o después colisionan entre sí y, uniéndose, producen un número cada vez menor de objetos. Está claro que si hubiera un gran número de objetos con órbitas que se cruzasen, tarde o temprano colisionarían y cada vez habría menos objetos. La idea es que hay una especie de selección natural entre las colisiones —la idea evolutiva aplicada a la astronomía— en la que, a la larga, queda un pequeño número de objetos con órbitas que ya no se entrecruzan. Y ésta es sin duda la configuración final del sistema planetario mostrado aquí.

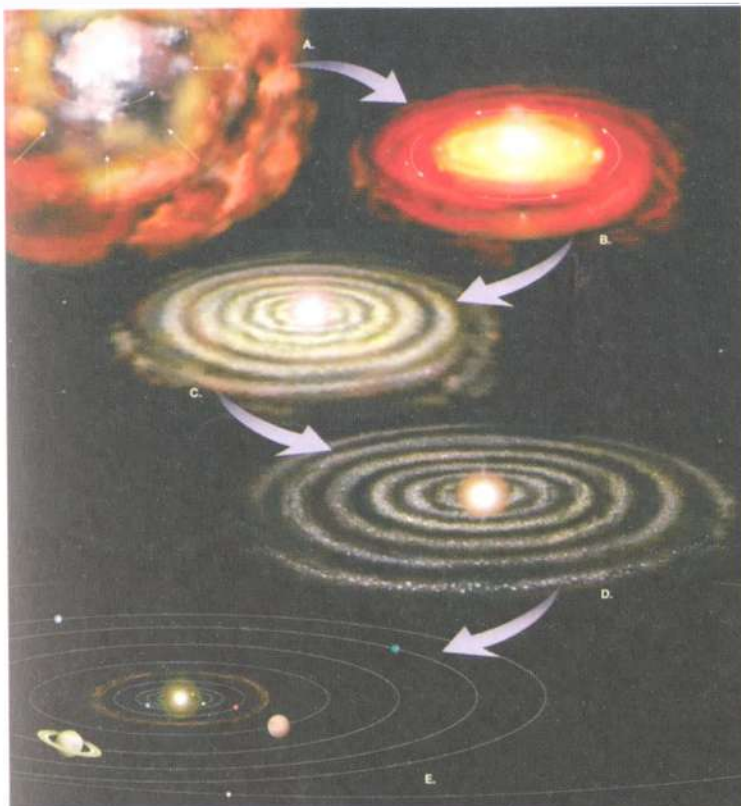


Figura 17. Nebulosa solar

Una nube caótica de gas y polvo interestelar se desploma bajo su propia gravitación (A). La mayor parte de la masa cae hacia el centro para formar e inflamar el Sol, pero el giro residual de la nube impide que derive en una dirección, dando como resultado un disco rotante plano (B). Las partículas del disco se unen para formar objetos más grandes, y los más grandes trazan claras líneas divisorias en los restos del disco (C). Este proceso continúa mientras las partículas en colisión se hacen más grandes y reducen su número (D), dejando finalmente el Sistema Solar en su forma presente (E).

Ésta es otra composición artística de uno de los primeros estadios del origen de nuestro Sistema Solar, que muestra algunos de los numerosos objetos pequeños, de unos pocos kilómetros de diámetro, a partir de los cuales se habrían formado los planetas. Pero no se trata simplemente de una elaboración teórica. El descubrimiento, en años recientes, de un cierto número de discos achatados rodeando estrellas cercanas ha confirmado la teoría.

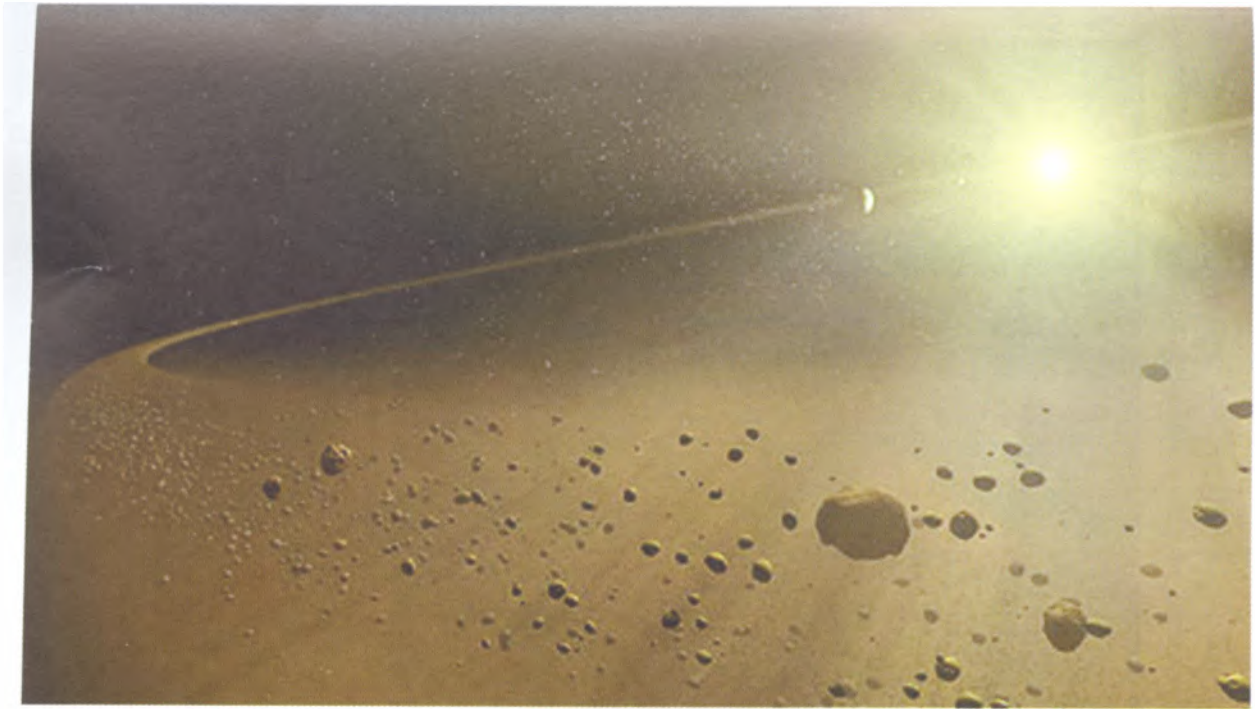


Figura 18. Planetesimales

En esta fase de formación de un sistema planetario, cuerpos en colisión, como asteroides, orbitan alrededor de la estrella central.

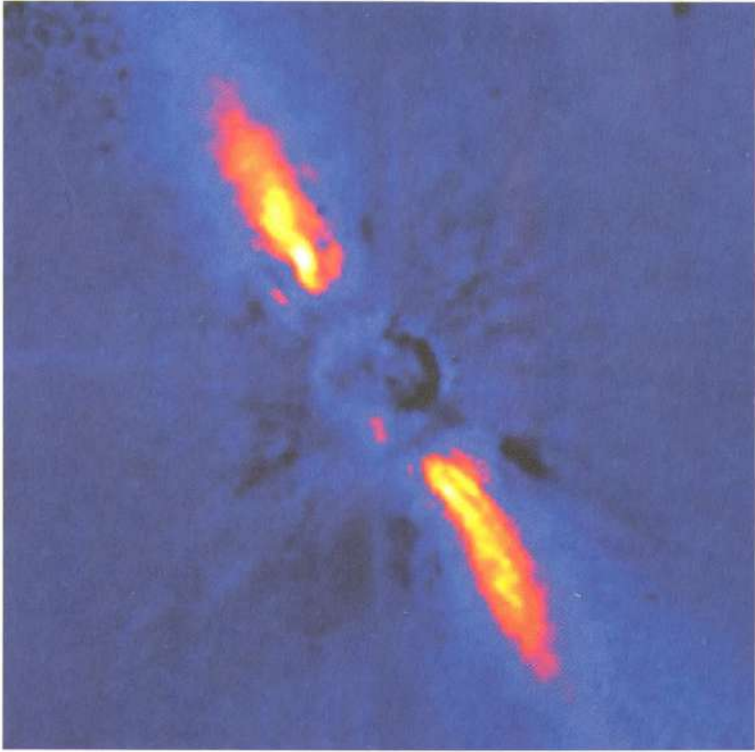


Figura 19. Beta Pictoris

Esta imagen de 1997, artificialmente coloreada, muestra un disco de restos visto de perfil, en órbita alrededor de la estrella Beta Pictoris, que unos veinte años antes había proporcionado la primera prueba de formación planetaria alrededor de una estrella fuera de nuestro sistema solar. El telescopio ha bloqueado la luz directa de la estrella para revelar la luz apenas visible reflejada desde el disco. La abertura interior de éste sugiere que se están formando planetas. La mayoría de las estrellas jóvenes tienen algunos discos en órbita.

Este disco que vemos rodea la estrella Beta Pictoris. Está en una constelación del Hemisferio Sur. Pero Vega, una de las estrellas más brillantes del firmamento septentrional, también tiene un disco achatado de polvo y quizá un poco de gas a su alrededor. Muchos creen que se encuentra en las fases finales de absorción de una nebulosa solar, que ya se han formado planetas en ella y que, si volvemos dentro de sólo unas decenas de millones de años, encontraremos el disco por completo desaparecido y un sistema planetario plenamente formado.

Ahora me gustaría volver al llamado principio antrópico. Si se lee historia, es casi inevitable preguntarse: ¿qué habría ocurrido si algo hubiera tomado una dirección diferente? ¿Y si Jorge III hubiera sido un buen chico? Hay muchas preguntas; ésta no es la más profunda, pero ya entienden lo que quiero decir. Hay muchos acontecimientos aparentemente aleatorios que podrían haber tomado otro rumbo y cambiar de manera significativa la historia del mundo. A lo mejor —no sé si fue así—, a lo mejor la madre de Napoleón estornudó y el padre de Napoleón le dijo: «Salud», y así fue como se conocieron. De este modo, una única partícula de polvo fue responsable de esa deriva de la historia humana. Podemos pensar en posibilidades todavía más significativas. Es natural hacerlo.

Ahora estamos aquí. Estamos vivos, tenemos un grado modesto de inteligencia, hay un universo a nuestro alrededor que está claro que permite la evolución de la vida y la inteligencia. Creo que se trata de la afirmación más corriente y segura que puede hacerse sobre este tema: que el universo favorece la evolución de la vida, al menos aquí. Pero lo más interesante es que, en un gran número de aspectos, el universo está muy bien afinado, de modo que si las cosas fueran un poco diferentes, si las leyes de la naturaleza fueran un poco diferentes, si las constantes que determinan la acción de estas leyes de la naturaleza fueran un poco distintas, el universo podría cambiar tanto como para llegar a ser incompatible con la vida.

Por ejemplo, sabemos que las galaxias se alejan unas de otras (el llamado universo en expansión). Podemos medir el grado de expansión (no es estrictamente constante con el tiempo). Podemos incluso extrapolar retrospectivamente y preguntarnos cuánto hace que todas las galaxias estaban tan cerca que en realidad se tocaban. Y eso, seguramente, debió de ser, si no el origen del universo, al menos una circunstancia anómala o singular a partir de la que podemos empezar a fecharlo. Y la cifra varía según distintas estimaciones, pero aproximadamente son unos 14.000 millones de años.

Ahora bien, el período de tiempo que se necesitó para la evolución de vida inteligente en el universo —si es que somos únicos y nos consideramos inmodestamente como portadores de vida inteligente (aunque, como saben, también podría decirse eso de otros primates, delfines, ballenas, etcétera)—, fue de algo así como 14.000 millones de años. Bueno ¿por qué? ¿Por qué estos dos números son iguales? Dicho de otro modo: si estuviéramos en un estadio muy anterior o muy posterior de la expansión del universo, ¿todo sería diferente? Si estuviéramos en un estadio muy anterior, según este punto de vista no habría transcurrido el tiempo suficiente para que avanzaran los aspectos aleatorios del proceso evolutivo y, por tanto, no habría vida inteligente y no habría nadie que planteara esta discusión o debate. En consecuencia, el mero hecho de que hablemos de ello demuestra, según se ha dicho, que el universo debe de tener un número determinado de años de antigüedad. Entonces, si hubiéramos sido lo bastante listos como para razonar así antes de Edwin Hubble, podríamos haber hecho este descubrimiento espectacular sobre la expansión del universo simplemente contemplándonos el ombligo.

En mi opinión, hay un curioso aspecto *ex post facto* en este razonamiento. Veamos otro ejemplo. La gravitación newtoniana es una de la inversa del cuadrado. Tomemos dos objetos que gravitan uno sobre el otro y trasladémoslos a doble distancia uno

del otro: la atracción gravitacional será un cuarto de la que era; si los ponemos diez veces más lejos, la atracción gravitacional será una centésima parte de la anterior. Resulta que cualquier desviación de una ley de la inversa del cuadrado exacta produce órbitas planetarias que son, de un modo u otro, inestables. Una ley de la inversa del cubo, por ejemplo, o de exponente negativo más alto, supondría que los planetas se acercarían rápidamente en espiral hacia el Sol, y resultarían destruidos.

Imaginemos un mecanismo con un dial que nos permitiera modificar la ley de la gravedad (me gustaría que existiera un mecanismo así, pero no existe). Podríamos marcar cualquier exponente, incluido el número 2, para el universo en que vivimos y eso daría lugar a un gran subconjunto de posibles exponentes que producirían un universo en el que las órbitas planetarias estables serían imposibles. Incluso una pequeña desviación de $2 - 2,0001$, por ejemplo— podría, durante el período de tiempo de la historia del universo, ser suficiente para hacer imposible nuestra existencia hoy.

Así, cabe preguntarse: ¿cómo es que se trata exactamente de una de la inversa del cuadrado? ¿Cómo apareció? He aquí una ley aplicable a todo el cosmos que podemos ver. Galaxias binarias distantes que orbitan una alrededor de la otra siguen exactamente una de la inversa del cuadrado. ¿Por qué no otro tipo de ley? ¿Es sólo un accidente, o es una ley cuadrada inversa destinada a que nosotros podamos estar aquí?

En la misma ecuación newtoniana, aparece la constante de proporcionalidad gravitacional llamada «gran G ». Resulta que si la gran G (cuyo valor en el sistema de centímetro-gramo-segundo es de unos $6,67 \times 10^{-8}$), fuera diez veces mayor ($6,67 \times 10^{-7}$), la consecuencia sería que el único tipo de estrellas que tendríamos en el cielo serían las estrellas gigantes azules, que gastan su combustible nuclear tan rápidamente que no durarían el tiempo

suficiente para que evolucionara vida en ninguno de sus planetas (eso si las escalas de tiempo para la evolución de la vida en nuestro planeta son extrapolables).

Ahora bien, si la constante gravitacional newtoniana fuera diez veces menor, entonces sólo tendríamos estrellas enanas rojas. ¿Qué problema habría si el universo estuviera formado por estrellas enanas rojas? Bueno, se dice que este tipo de estrellas duran mucho tiempo porque queman lentamente su combustible nuclear, pero son fuentes de luz tan débiles que, para alcanzar la temperatura de licuación del agua,* por ejemplo, los planetas tendrían que estar muy cerca de la estrella. Pero si pusiéramos estos planetas muy cerca de las estrellas, éstas ejercerían una fuerza de atracción tal sobre el planeta que haría que éste siempre mantuviera la misma cara hacia ella y, por tanto, el lado cercano estaría demasiado caliente y el lejano demasiado frío, lo cual es incompatible con la vida. Así pues, ¿no les parece notable que la gran G tenga el valor que tiene? Volveré sobre esto.

Ahora consideremos la estabilidad de los átomos. Un electrón con una masa que es unas mil ochocientas milésimas de la masa de un protón tiene la misma carga eléctrica que éste. Exactamente. Si fuera sólo un poco diferente, los átomos no serían estables. ¿Cómo es que las cargas eléctricas son exactamente las mismas? ¿Es para que, 14.000 millones de años después, nosotros, que estamos hechos de átomos, podamos seguir aquí?

O si la constante de interacción nuclear fuerte fuera sólo un poco más débil de lo que es, podríamos demostrar que sólo el hidrógeno sería estable en el universo, y que todos los demás átomos, que sin duda se necesitan para la vida, nunca habrían existido.

* Hay algo de antropocéntrico, sin duda, en hablar de agua líquida, pero dejémoslo correr. Lo curioso es que haber hallado organismos que están hechos mayormente de agua líquida nos lleva a pensar que ésta es fundamental en el universo. Pero no entremos en esto.

O si determinadas resonancias nucleares específicas en la física nuclear del carbón y del oxígeno fueran un poco diferentes, no se habrían podido acumular en el interior de las estrellas gigantes rojas los elementos más pesados y, otra vez, sólo tendríamos hidrógeno y helio en el universo y la vida sería imposible. ¿Cómo es que todo funciona tan bien como para permitir la vida cuando es posible imaginar universos completamente distintos?

(Lo que voy a decir ahora no es una respuesta a la pregunta que acabo de plantear.) No es difícil ver la teleología oculta en esta secuencia de argumentos. En realidad, la simple frase «principio antrópico» delata como mínimo la base emocional, si no la lógica que subyace en el argumento. Dice algo fundamental sobre nosotros; nosotros somos el *anthropos*. Y ésta es la razón por la que digo que es en otro terreno, en cierto modo encubierto, donde se plantea el conflicto copernicano en nuestro tiempo. J. D. Barrow, uno de los creadores y promotores del principio antrópico, no se anda con rodeos. Dice que el universo está «diseñado con el objetivo de generar y mantener observadores», es decir, nosotros.

¿Qué podemos decir a esto? Déjame, para concluir, hacer unas cuantas afirmaciones críticas. En primer lugar, al menos en partes de este razonamiento, hay un déficit de imaginación. Tomemos el argumento de la enana roja, en el que si la constante gravitacional fuera de un orden de magnitud inferior, tendríamos sólo enanas rojas. ¿Es verdad que no podríamos tener vida en esta situación por las razones que he mencionado? Resulta que no, por dos motivos diferentes. Analicemos otra vez el argumento de la atracción sobre el planeta. En el caso de un planeta cercano y la estrella, parece posible que se reprodujera la situación de la Luna respecto a la Tierra, es decir, que el cuerpo secundario haga una rotación por revolución, manteniendo siempre de este modo la misma cara hacia el primario. (Por eso siempre vemos sólo al Hombre en la Luna y no a la Mujer en la

otra cara.) Pero si nos fijamos en Mercurio y el Sol, vemos un planeta cercano que no está en una resonancia de uno a uno, sino de tres a dos. Las resonancias posibles son muchas más que una sola. Más aún, si hablamos de planetas que contienen vida, estamos hablando de planetas con atmósfera. Un planeta con atmósfera transporta el calor del hemisferio iluminado al no iluminado y redistribuye la temperatura. Por tanto, no se trata sólo del lado caliente y el lado frío. Sería mucho menos extremo que eso.

Y ahora echemos una mirada a los planetas más distantes, aquellos que podríamos pensar que son demasiado fríos para contener vida. Eso olvida el llamado efecto invernadero, el mantenimiento de emisión infrarroja por parte de la atmósfera del planeta. Tomemos Neptuno, a treinta unidades astronómicas del Sol, por lo que calcularíamos que tiene casi mil veces menos luz que el Sol y, sin embargo, hay un lugar en la atmósfera de Neptuno, visible mediante ondas de radio, tan cálido como la acogedora habitación en la que me encuentro. Es decir, que lo que ha ocurrido aquí es que se ha ofrecido un argumento, pero sin los detalles suficientes. No se ha analizado lo suficiente. Y apuesto que ocurrirá lo mismo con algunos de los otros ejemplos que presento.

La segunda posibilidad es que haya algún nuevo principio no descubierto hasta ahora que conecte varios aspectos, aparentemente inconexos, del universo, de la misma manera que la selección natural proporcionó una solución totalmente inesperada a un problema que no parecía tener ningún tipo de solución concebible.

Y, en tercer lugar, está la llamada idea de muchos mundos, o mejor, de muchos universos, que es lo que tenía en mente cuando hablaba de historia al principio. Es decir, que si en cada microinstante de tiempo el universo se divide en universos alternativos donde las cosas funcionan de manera diferente, y si en el mismo momento hay una serie enorme y tremendamente gran-

de, quizá infinitamente grande, de otros universos con otras leyes de la naturaleza y otras constantes, entonces nuestra existencia en realidad no es tan extraordinaria. Hay todos esos otros universos en los que no hay vida de ningún tipo. Parece que nosotros, por azar, estamos en el único que tiene vida. Es un poco como ganar una baza en el bridge. La probabilidad de que, por ejemplo, te repartan doce picas es ridículamente baja. Pero es la misma que conseguir cualquier otra mano, por tanto, a la larga, si jugamos el tiempo suficiente, algún universo tiene que tener nuestras leyes de la naturaleza.

Bien, creo que estamos observando una área todavía muy poco explorada de la física en la que se proyectan el mismo tipo de esperanzas y temores humanos que han caracterizado toda la historia del debate copernicano.

Quería decir sólo dos cosas más para terminar. Una es que si la versión más radical del principio antrópico es cierta, es decir, que Dios —será mejor que llamemos al pan pan— creó el universo para que con el tiempo aparecieran los humanos, tenemos que preguntarnos: ¿qué pasa si los humanos se destruyen a sí mismos? Eso volvería prácticamente inútil todo el esfuerzo. Así pues, si creyésemos la versión radical, tendríamos que llegar a la conclusión de que o bien (a) no fue un Dios omnipotente y omnisciente quien creó el universo, es decir, que era un ingeniero cósmico inexperto, o bien (b) que los seres humanos no se autodestruirán. Me parece que ambas alternativas tienen cierto interés y valdría la pena profundizar en ellas. Pero hay un fatalismo peligroso acechando en la segunda bifurcación de este camino.

Me gustaría terminar con unos cuantos versos, una poesía de Rupert Brooke titulada «Cielo».

*Los peces (cubiertos de moscas que en pleno junio
holgazanean en el agua a mediodía)
reflexionan con honda sabiduría, clara u oscura
sobre sus esperanzas o temores secretos.*

*Dicen: tenemos el Arroyo y el Estanque;
pero ¿hay algo más allá?
Esta vida no puede ser Todo, aseguran,
¡qué desagradable si así fuera!*

*No se puede dudar, de alguna manera algo
bueno vendrá del Agua y el Barro;
y, desde luego, el ojo reverente debe ver
un Propósito en la Liquidez.*

*Misteriosamente sabemos, con Fe suplicamos,
el futuro no es Totalmente Seco.
¡Fango en el fango! —La Muerte se acerca—.
¡No está aquí el Fin asignado, no está aquí!*

*Pero en alguna parte, más allá del Espacio y el Tiempo,
hay una agua más acuosa, un limo más viscoso.
Y allí (confían ellos) allí nada Uno,
que ya nadaba antes de que nacieran los ríos.*

*Lnmenso, con mente y forma de pez,
escamoso, omnipotente y amable;
y bajo su Aleta Todopoderosa,
puede cobijarse el pez más pequeño.*

*¡Oh! Nunca la mosca oculta un anzuelo,
dicen los peces, en el Arroyo Eterno,
pero allí hay más que hierbas mundanas,
y limo, de belleza celestial;*

*Gruesas orugas van a la deriva,
y se encuentran larvas del Paraíso;
polillas innaccesibles, moscas inmortales
y el gusano que nunca muere.*

*Y en ese Cielo que desean plenamente,
ya no habrá tierra, dicen los peces.*



El universo orgánico

Hace mucho tiempo, las mejores mentes de la especie humana creían que los planetas estaban sujetos a esferas de cristal, lo que explicaba tanto su movimiento diario como durante períodos de tiempo más largos. Ahora sabemos que eso no es cierto, en parte por la teoría copernicana, que explica el movimiento observado con una mayor precisión y un menor grado de presunción. Y también sabemos que no es verdad porque hemos enviado naves espaciales al Sistema Solar exterior con detectores acústicos de micrometeoritos y, cuando esas naves pasaron por las órbitas de Marte, Júpiter y Saturno, no se oyó tintineo de cristal. Tenemos pruebas directas de que no hay esferas de cristal. Ahora bien, es evidente que Copérnico no las poseía y, sin embargo, su teoría, más indirecta, ha sido totalmente confirmada. Cuando pensaban que existían esas esferas, ¿cómo creían que se movían? ¿Por sí mismas? No. Tanto en tiempos clásicos como medievales, la idea más extendida era que las propulsaban dioses o ángeles, que, de vez en cuando, les daban un pequeño empujón.

La superestructura gravitacional newtoniana sustituyó los ángeles por GMm/r^2 , que es un poco más abstracto y, en el curso de esa transformación, dioses y ángeles quedaron relegados a tiempos más remotos y a asuntos más complejos. Durante los últimos cinco siglos, la historia de la ciencia se ha ido alejando

paulatinamente de la microintervención divina en los asuntos terrenales. En otros tiempos, el florecimiento de cada planta se debía a la intervención directa de la Deidad. Ahora sabemos algo sobre hormonas vegetales y fototropismos, y prácticamente nadie se imagina a Dios dando órdenes directas a cada flor para que florezca.

Así, a medida que la ciencia avanza, Dios parece tener cada vez menos que hacer. Es un gran universo, desde luego, por lo que Él, Ella, o Ello podría estar ocupado provechosamente en muchos sitios. Pero lo que evidentemente ha ocurrido es que ante nuestros propios ojos ha ido apareciendo un Dios de los Vacíos; es decir, lo que no somos capaces de explicar, se lo atribuimos a Dios. Después, pasado un tiempo, lo explicamos, y entonces deja de pertenecer al reino de Dios. Los teólogos lo dejan de lado y pasa a la lista de competencias de la ciencia.

Hemos visto que eso ocurría una y otra vez. Y así, lo que ha sucedido es que Dios ha ido derivando —si es que hay un Dios real del tipo occidental; por supuesto, hablo metafóricamente—, ha evolucionado hacia lo que los franceses llaman un *roi fainéant* —un rey ocioso—, que puso en marcha el universo, fijó las leyes de la naturaleza y luego se retiró o se fue a otra parte. Esto no se aleja en absoluto de la opinión aristotélica del primer motor inmóvil, excepto que Aristóteles tenía varios primeros motores inmóviles, y le parecía que eso era un argumento para el politeísmo, algo que hoy a menudo se pasa por alto.

Bien, ahora quiero describir uno de los vacíos más importantes que está a punto de ser rellenado (todavía no podemos decir con seguridad que ya esté lleno), y tiene que ver con el origen de la vida.

Hubo, y en algunos sitios hay todavía, una controversia muy apasionada sobre la evolución de la vida, sobre la escandalosa sugerencia de que los humanos estén estrechamente relacionados con otros animales, especialmente con los primates no humanos; sobre que tuvimos un antepasado que, si nos lo encontrásemos en

la calle, sería indistinguible de un mono o de un simio. Se ha estudiado mucho el proceso evolutivo, en el que, como he dicho antes, el principal impedimento para que sea intuitivamente obvio es el tiempo. El período de tiempo necesario para que la vida surja y evolucione es mucho más largo que lo que dura una vida humana individual, con procesos que avanzan a pasos demasiado pequeños como para ser visibles a lo largo de una de ellas, pero que podrían ser decisivos al cabo de 4.000 millones de años.

Una manera de decirlo sería, supongamos, que nuestro padre o madre —digamos el padre para pensar en alguien concreto—, entrara en esta habitación andando a un ritmo humano ordinario, y supongamos que, justo detrás de él, viniera su padre, y justo detrás de éste su propio padre. ¿Cuánto tiempo tendríamos que esperar para que el antepasado que entrase por la puerta fuera una criatura que anduviese con normalidad sobre cuatro patas? La respuesta es una semana. El desfile de antepasados caminando al ritmo ordinario duraría una semana hasta llegar a un cuadrúpedo. Y, después de todo, nuestros antepasados cuadrúpedos existían hace sólo unas decenas de millones de años, lo que equivale a un 1 por ciento del tiempo geológico. Así pues, hay muchas maneras diferentes de calibrar la inmensa perspectiva de tiempo necesaria para la evolución de la complejidad y belleza del mundo natural, y ésta es una.

Las pruebas de la evolución son ubicuas y no dedicaré mucho tiempo a eso. Sólo diré una cosa para refrescar la memoria: la base es, sin duda, el registro fósil. Ahí encontramos una serie de estratos geológicos. Y por otro lado identificables y fechados mediante datación radiactiva y otros métodos, que contienen fósiles, restos, partes duras, de organismos en gran parte extintos.

Si mirásemos en una columna sedimentaria intacta, los restos de los seres humanos se encontrarían sólo en las capas más altas. Cuanto más abajo se excava, más atrás se llega en el tiempo. Y nadie ha encontrado nunca un resto de ser humano del Jurásico o del Cámbrico ni de períodos de tiempo geológico que no sean

el más reciente: los últimos millones de años. Del mismo modo, hay muchos organismos que fueron absolutamente dominantes y abundantes durante largos períodos de tiempo en todo el mundo y que luego se extinguieron y no fueron vistos nunca más en las capas de sedimentación más altas. Los trilobites son un ejemplo. Cazaban en manadas en el fondo del mar, eran abundantísimos, y no ha habido ni uno solo en toda la Tierra desde el Pérmico. En realidad, la inmensa mayoría de las especies que han existido, se ha extinguido. La extinción es la norma. La supervivencia es la excepción.

Cuando se observa el registro fósil, se ve claramente que algunos organismos presentan notables similitudes anatómicas, mientras que otros tienen marcadas diferencias. Hay una especie de árbol taxonómico de la evolución que se ha ido elaborando minuciosamente desde hace más de un siglo. Pero en la época actual, es posible buscar fósiles químicos, estudiar la bioquímica de organismos vivos, e incluso se empieza a saber algo de la bioquímica de organismos extinguidos, porque parte de su materia orgánica puede ser recuperada pese a todo. Y aquí hay una correlación notable entre lo que dicen los anatomistas y los biólogos moleculares. A saber, que la estructura de huesos de los chimpancés y los humanos es asombrosamente similar, y, del mismo modo, sus moléculas de hemoglobina son asombrosamente similares. Sólo un aminoácido entre varios centenares diferencia la hemoglobina de chimpancés y humanos.

De hecho, cuando observamos la vida en la Tierra de un modo más genérico, encontramos que todo es el mismo tipo de vida. No hay muchas clases diferentes; sólo hay una, que utiliza unos cincuenta bloques de construcción biológica fundamentales. (Por cierto, cuando utilizo la palabra «orgánico», no necesariamente estoy hablando de vida de origen biológico. Me refiero únicamente a una molécula basada en carbono y que es más compleja que el CO y el CO₂.)

Así pues, con insignificantes excepciones, todos los organis-

mos de la Tierra recurren a un tipo de molécula particular, llamada proteína, como catalizador o enzima para controlar el grado de funcionamiento y la dirección de la química de la vida. Todos los organismos de la Tierra emplean un tipo de molécula llamada ácido nucleico para codificar la información hereditaria y reproducirla en la siguiente generación. Todos los organismos de la Tierra poseen un libro de códigos idéntico para traducir el lenguaje del ácido nucleico al lenguaje de la proteína y, aunque hay algunas diferencias evidentes entre, digamos, el moho y yo, en lo esencial, estamos muy emparentados. La lección es: no hay que juzgar por la apariencia. Desde el punto de vista molecular, todos somos prácticamente idénticos.

Eso plantea interesantes preguntas sobre si tenemos idea de las variedades posibles de vida y de lo que podría haber en otra parte. Estamos atrapados en un único modelo y no tenemos imaginación suficiente para intuir siquiera otras maneras en que pudiera darse la vida, cuando podrían existir miles o millones de formas. Desde luego, de la química teórica básica nadie dedujo la existencia y función de los ácidos nucleicos, cuando estaban a nuestro alrededor y, de hecho, cuando nosotros mismos estamos formados a base de ellos.

¿Cómo llegó a ocurrir que esas moléculas concretas, de entre la enorme serie de posibles moléculas orgánicas, determinasen toda la vida en la Tierra? Hay dos posibilidades principales y una serie de casos intermedios. Una posibilidad es que, de algún modo, estas moléculas existieran de forma preferente en gran abundancia en los primeros tiempos de historia de la Tierra, de modo que la vida utilizara lo que tenía más a mano.

La otra posibilidad es que estas moléculas tengan algunas propiedades especiales que no sólo guarden relación con la vida sino que sean esenciales, y por eso fueran desarrolladas gradualmente por los sistemas vivos o bien transferidas de una solución diluida a una concentrada. Y, como he dicho, hay además toda una serie de posibilidades intermedias.

Sería inexacto decir que el origen de las proteínas y de los ácidos nucleicos es simultáneo al origen de la vida. Sin embargo, se sabe que, en laboratorio, los ácidos nucleicos se replican a sí mismos e incluso replican cambios en sí mismos a partir de bloques de construcción plausibles intermedios. Es verdad que para esta reacción en laboratorio se necesita una enzima, pero es una enzima que determina el nivel y no la dirección de la reacción química, de modo que simplemente nos muestra lo que podría suceder si estuviéramos dispuestos a esperar el tiempo suficiente. Y sin duda hubo mucho tiempo para el origen de la vida, a lo que volveré más adelante.

Se entiende que lo que hoy tenemos es bastante diferente a lo que debía de haber en la época del origen de la vida. Hoy tenemos una clase de vida muy sofisticada, evolucionada por selección natural, y basada en algo mucho más sencillo y más primario. Se ha propuesto que, en realidad, «mucho más sencillo» podría ser sobre todo inorgánico o bien podría haber sido orgánico; no hay manera de estar seguro. Pero hay una cosa de interés indudable para el origen de la vida —algunos dirían que esencial—, y es entender de dónde proceden los bloques de construcción moleculares que están presentes en todos los seres vivos actuales.

Llegamos así al tema de las moléculas orgánicas. Se encuentran en la Tierra, desde luego, pero como la Tierra está llena de vida, no disponemos de datos no contaminados. No sabemos, o al menos no es inmediatamente obvio, qué moléculas orgánicas de las presentes en la Tierra están aquí a causa de la vida y cuáles estarían aquí aunque no hubiera vida; por otra parte, prácticamente todas las moléculas orgánicas que vemos en nuestra vida cotidiana tienen un origen biológico. Si queremos indagar sobre la química orgánica en la Tierra anterior al origen de la vida, más nos vale buscar en otra parte.

La idea de la materia orgánica extraterrestre es importante no sólo por esta razón sino también porque nos diría algo relevante, al menos sobre la probabilidad de vida extraterrestre. Si resulta

que no hay signos de moléculas orgánicas en ninguna otra parte, o que éstas son extremadamente raras, eso podría llevarnos a la conclusión de que la vida en otra parte es extremadamente rara. Pero si encontramos el universo floreciente y desbordante de materia orgánica, entonces al menos este requisito previo para la vida extraterrestre quedaría cumplido. Así pues, es un tema importante. Es una cuestión en la que se ha hecho un progreso notable desde principios de la década de 1950 y creo que, si no de manera fundamental, al menos tangencialmente nos habla sobre nuestros orígenes.

En 1910, el astrónomo sir William Huggins asustó al mundo. Él se ocupaba de lo suyo, la astronomía, pero como resultado de su trabajo (la tarea a la que me refiero la realizó en el último tercio del siglo XIX) se produjo un pánico nacional en Japón, en Rusia y en gran parte del sur y el Medio Oeste de Estados Unidos. Cien mil personas subieron en pijama a los tejados de Constantinopla. El papa hizo unas declaraciones condenando la acumulación de bombonas de oxígeno en Roma, y en todo el mundo hubo gente que se suicidó. Todo por el trabajo de sir William Huggins. Muy pocos científicos pueden decir algo así, al menos hasta la invención de las armas nucleares. ¿Qué hizo exactamente? Bueno, Huggins fue uno de los primeros espectroscopistas astronómicos.



Figura 20. Cometa Machholz

La atmósfera extendida, o cabellera, del cometa se aleja del Sol para formar colas apenas visibles de polvo y gas ionizado.

Lo que vemos en la imagen es la cabellera de un cometa: la nube de gas y polvo que rodea el núcleo helado del mismo cuando entra en el Sistema Solar interior. Huggins utilizó un espectroscopio para disociar la luz de un cometa en sus distintas frecuencias. Algunas aparecen con mayor intensidad que otras, de lo que puede deducirse algo de la composición química del material presente en el cometa. Se trata de una aplicación de la espectroscopia estelar, que había funcionado muy bien un par de décadas antes de que Huggins centrara su atención en los cometas. (Huggins también hizo importantes contribuciones al conocimiento de la química de las estrellas.)

Esta imagen de cuatro espectroscopios está tomada de una de las publicaciones de Huggins. Se trata de longitudes de onda de luz en la parte visible del espectro a la que es sensible el ojo. La espectroscopia inferior corresponde a un cometa de 1868 llamado Brorsen. Encima de él, vemos la de otro cometa de 1868 llamado Winnecke II. Y la de arriba del todo es la espectroscopia del aceite de oliva.

Como puede verse, el cometa Winnecke se parece más al aceite de oliva que al cometa Brorsen. De todos modos, nadie dedujo de eso la existencia de aceite de oliva en los cometas. (Sería un importante descubrimiento si pudiera hacerse.) Pero en cambio, lo que muestra esta similitud es que un fragmento molecular, el carbono diatómico o C_2 —dos átomos de carbono unidos— está presente cuando se mira el espectro de los cometas y también cuando se mira el gas natural y el vapor del aceite de oliva calentado. Se trata del descubrimiento de una molécula orgánica no muy habitual en la Tierra debido a su inestabilidad cuando colisiona con otras moléculas. Requiere algo parecido a un alto vacío, que no se da naturalmente en la superficie de la Tierra. En la vecindad de una cabellera cometaria, hay un vacío lo bastante alto como para que el C_2 no sea destruido y, por lo tanto, ahí lo tenemos: el primer descubrimiento de una molécula orgánica extraterrestre, y hemos llegado a tener una gran familiaridad con ella.

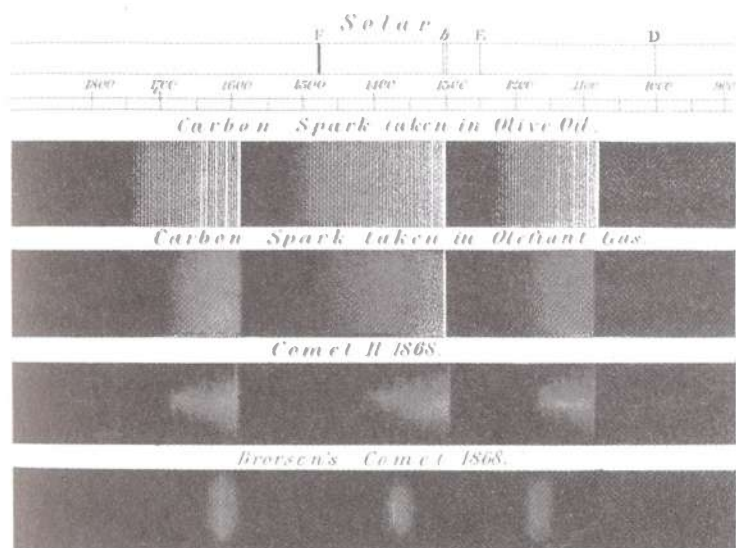


Figura 21. Aceite de oliva y cometas

El astrónomo inglés William Huggins comparó los espectros del aceite de oliva vaporizado y del etileno (gas oleificante) con los espectros de dos cometas, que observó en 1868. Dedujo correctamente que en los cometas hay sustancias que contienen carbono.

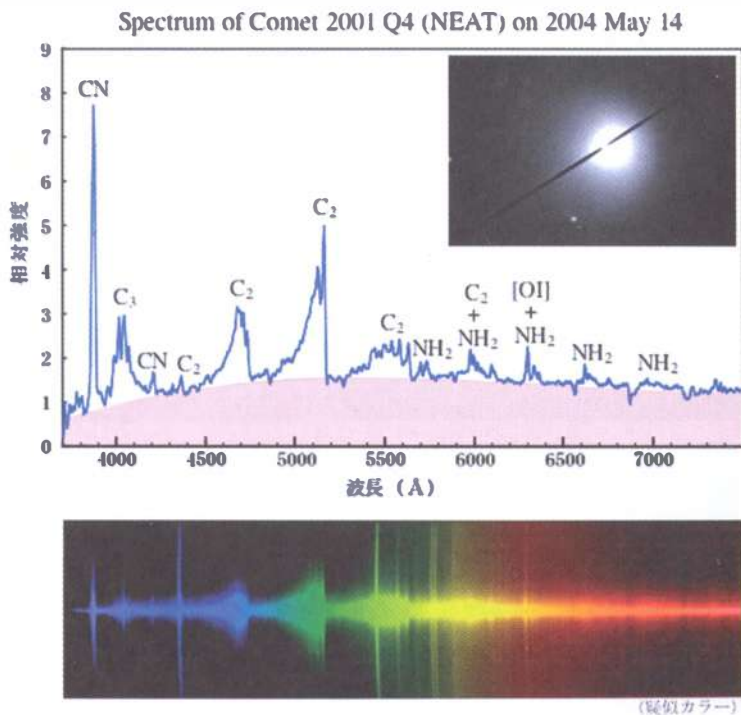


Figura 22. Espectro del cometa NEAT

La luz del cometa NEAT (que se muestra en la sobrecubierta de este libro) desplegada en su arco iris de colores (abajo), revela las distintas moléculas en longitudes de ondas concretas (centro).

Aquí tenemos una típica espectroscopia cometaria moderna y, entre otras cosas, podemos ver las destacadas bandas de C_2 . Vemos NH_2 , el grupo amino producido por la disociación del amoníaco, NH_3 , que es también el grupo molecular que define los aminoácidos, los bloques de construcción de las proteínas. Y también vemos el fragmento molecular que causó todo el problema, CN , la molécula del nitrilo o cianuro.

Un solo grano de cianuro potásico en la lengua mataría al instante a un ser humano. El descubrimiento de cianuro en los cometas fue motivo de preocupación.

Especialmente cuando, al parecer, en 1910 se pensó que la Tierra atravesaría la cola del cometa Halley. Los astrónomos intentaron tranquilizar a la gente. Dijeron que no estaba claro que la Tierra atravesase la cola y que, aunque así fuera, la densidad de moléculas de CN era tan baja que no ocurriría absolutamente nada. Pero nadie les creyó.

Quizá la Tierra rozó el borde de la cola. Sea como sea, el cometa llegó, se fue y nadie murió ni nadie detectó una sola molécula adicional de CN en ningún lugar de la Tierra. (Aunque William Huggins murió en la época del paso del cometa, no fue por envenenamiento con cianuro.)

Cuando miramos de cerca un cometa, vemos que tiene un pequeño núcleo, el cuerpo sólido que lo forma en todas partes excepto cuando está muy cerca del Sol. Ese núcleo helado suele tener unos cuantos kilómetros de diámetro, y, cuando se acerca al Sol, emite sobre todo vapor de agua, produce entonces la cabellera y una cola larga y encantadora.

Consideremos las moléculas que acabamos de mencionar: CN, C₂, C₃ y NH₂. ¿Cuáles son sus moléculas madres? ¿De dónde proceden? Hay algunos precursores. Nosotros tenemos sólo fragmentos que han sido desgajados de una molécula más grande por los rayos ultravioleta del Sol y por el viento solar. Pero está claro que hay un depósito de moléculas mucho más complejas—moléculas orgánicas mucho más complejas— que forman parte del núcleo cometario y que todavía no hemos descubierto.

Estudios de radioastronomía han encontrado HCN (cianuro de hidrógeno) y CH₃CH (acetonitrilo) al menos en un cometa. Se trata de moléculas orgánicas interesantes que de alguna manera están implicadas en el origen de la vida en la Tierra.

Imaginémonos el aire que tenemos delante de la nariz muy ampliado, por ejemplo 10 millones de veces. Veríamos una multitud de moléculas de nitrógeno y oxígeno, y ocasionales moléculas de vapor de agua y dióxido de carbono. El aire, como sabemos, es principalmente oxígeno y nitrógeno. Ahora, si tomamos



Figura 23. Fin del mundo

Una ilustración de R. Jerome Gill, publicada en *Harpers' Weekly* el 14 de mayo de 1910, que presenta el fatalismo romántico inspirado por la llegada del cometa Halley «cargado de cenizas».

un poco de aire y lo enfriamos, las distintas moléculas se irán condensando progresivamente. El agua se condensará primero, el dióxido de carbono después, el oxígeno y el nitrógeno mucho más tarde; es decir, a temperaturas mucho más bajas.

Consideremos la condensación de la molécula de agua. Cuando ésta se produce, las moléculas de agua no se desprenden del aire de cualquier forma sino que forman un encantador entramado de cristales hexagonales que se extiende hasta donde sea que llegue el cristal de hielo o el copo de nieve. Otras moléculas se condensan a temperaturas mucho más altas, como por ejemplo el sílice (dióxido de silicio), que también forma un entramado de cristal.

Volvamos a la nebulosa solar a partir de la que, como hemos dicho antes, seguramente se formó el Sistema Solar, con un proto-Sol en el centro y una temperatura menguante a medida que nos alejamos del mismo. Ahora imaginémoslo como una mezcla de materiales cósmicamente abundantes, incluidos agua (H_2O , que gracias a imágenes de análisis espectroscópico sabemos que es muy abundante), metano (CH_4 ; también muy abundante), sílice (SiO_2 ; asimismo muy abundante), y lo que ocurre es que, a diferentes distancias del Sol, los diversos materiales se condensan porque tienen distintas presiones de vapor u otros puntos de fusión. Y lo que vemos (¿lo adivinan?) es que el agua se condensa más o menos en proximidad a la Tierra, mientras que los silicatos lo hacen más cerca del Sol, por lo que no se espera encontrar silicatos líquidos o gaseosos bajo condiciones planetarias ordinarias, ni siquiera en la órbita de Mercurio. En cambio, tenemos que ir hasta casi la distancia actual de Saturno antes de que se condense el metano. Ahora bien, el metano es probablemente la principal molécula del cosmos que contiene carbono, lo que nos dice que, en los primeros estadios de la formación de la nebulosa solar, debió de haber una condensación preferente de metano en las partes exteriores del Sistema Solar, pero no en las interiores. Si eso es así, entonces debemos espe-

rar más materia orgánica en las partes exteriores y mucha menos en nuestros pagos.

De acuerdo, es indudable que no hay una gran cantidad de metano en la Luna o en Mercurio, pero cuando nos acercamos a la órbita de Saturno, empezamos a encontrar no sólo pruebas de metano —los planetas Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno tienen mucho metano en su espectro— sino también una serie de datos que sugieren con bastante probabilidad la presencia de moléculas orgánicas complejas en el Sistema Solar exterior.

Ésta es una fotografía de Japeto, una de las lunas exteriores de Saturno. La zona gris no es que esté en sombras. En realidad, hay una división notable en la superficie: un hemisferio es de material oscuro y el otro de material brillante. Y la clara firma espectral del hielo de agua está presente en las zonas más brillantes.

No se llegó muy cerca de Japeto con la *Voyager 1* ni con la *Voyager 2*, pero creemos que lo que hay ahí es materia orgánica. Es muy oscura. En el centro de este material negro, el albedo, o sea, el índice de reflexión, es de un 3 por ciento. No estoy seguro del todo, pero sospecho que en esta habitación no hay nada tan oscuro como un 3 por ciento de albedo. Además, es rojizo. Es decir, no refleja mucha luz, pero refleja más en la parte roja que en la parte azul del espectro visible. Y los valores del albedo y de su color no se corresponden con una amplia gama de otros materiales que pudiéramos nombrar a bote pronto: varias sales, por ejemplo. Sí se corresponden en cambio con diversos tipos de materia orgánica compleja. Sabemos que ahí fuera hay materia orgánica compleja. Ya lo hemos mencionado al hablar de los cometas. Otra posible confirmación de eso sería un tipo de meteoritos llamados meteoritos carbonosos que caen a la Tierra y, en distintos porcentajes, que ascienden hasta el 10 por ciento, contienen materia orgánica compleja.

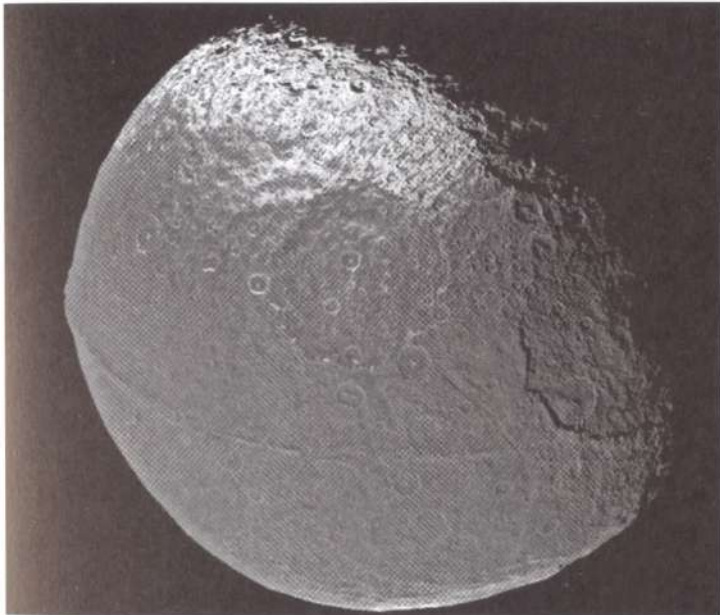


Figura 24. Japeto

La superficie de este misterioso satélite de Saturno tiene dos zonas distintas, una helada y muy brillante, la otra de un material rojo oscuro de composición desconocida. Esta diferencia de coloración es única en el Sistema Solar, como lo es la cordillera alrededor del ecuador del satélite.

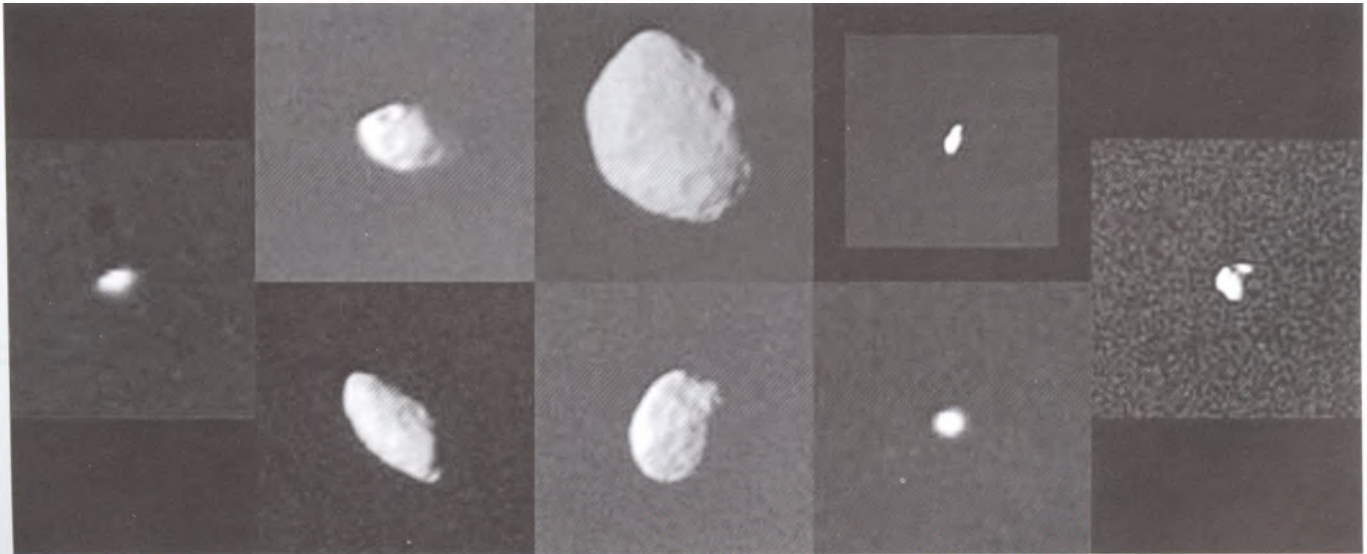


Figura 25. Pequeñas lunas de Saturno

Las dimensiones de los satélites que se muestran aquí van de 20 a 200 kilómetros de diámetro. Les falta la gravedad suficiente para adquirir una forma esférica.

Éste es un retrato de familia de algunas de las pequeñas lunas de Saturno. Todas ellas fueron descubiertas por la nave espacial *Voyager*. Ninguna era conocida con anterioridad. Las más pequeñas miden más o menos unos diez kilómetros de diámetro. La más grande puede tener unos cien kilómetros. Son como pequeños mundos, y todas ellas son oscuras y rojas, como Japeto.

Aquí tenemos los anillos de Urano. Es posible que no les parezca una imagen muy buena, pero costó mucho conseguirla. Fue tomada a 2,2 micrones, en la parte infrarroja del espectro. Se sabe que estos anillos son bastante diferentes de los anillos de Saturno: tienen menos espesor, son más tenues, y negros, lo que sugiere de nuevo predominio de materia negra, rojiza, presumiblemente orgánica en el Sistema Solar exterior.

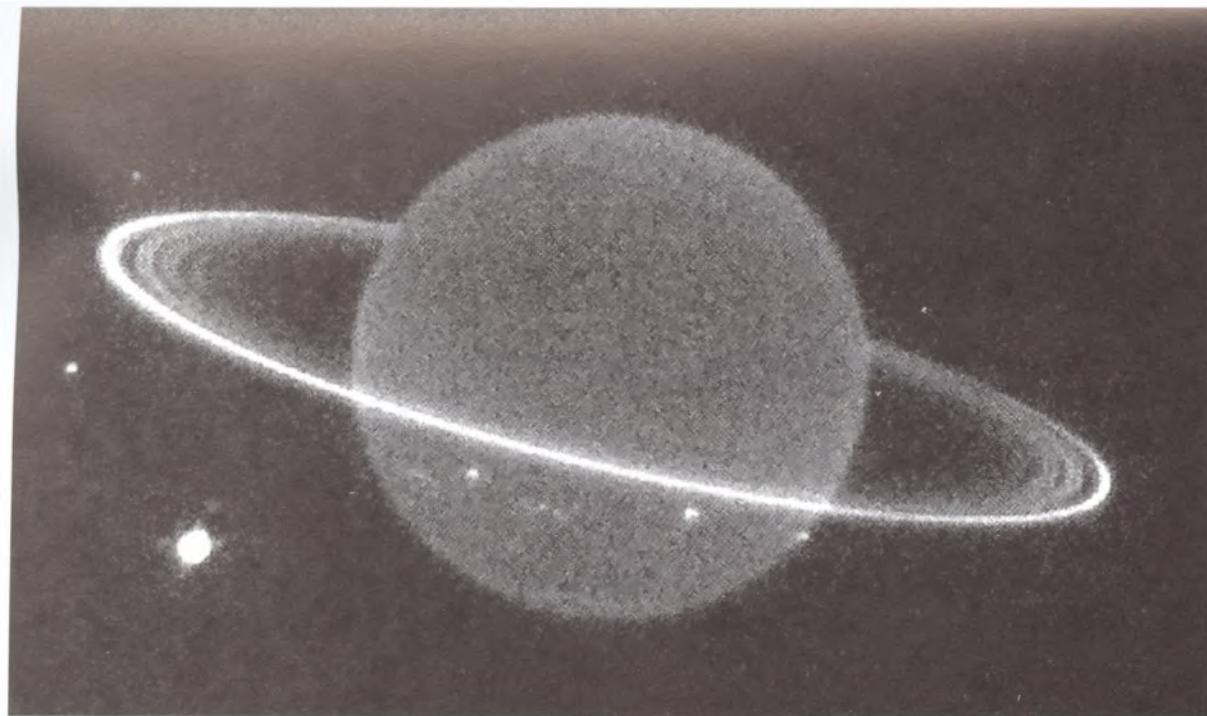


Figura 26. Anillos de Urano

Esta imagen infrarroja, tomada a una longitud de onda de 2,2 micrones, revela varios anillos distintos alrededor del planeta. El punto brillante aislado es la luna llamada Miranda.

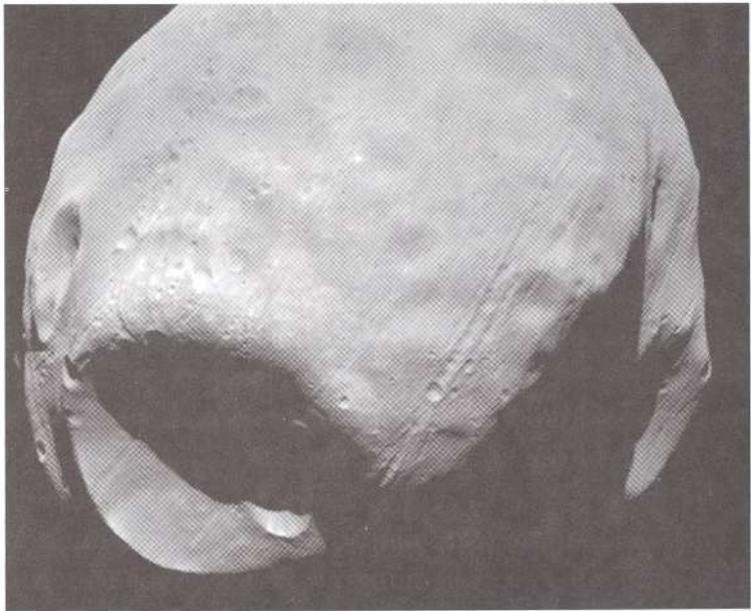


Figura 27. Fobos

Esta luna interior de Marte, con su curiosa forma de patata, tiene un diámetro medio de 22 kilómetros y un período orbital de unas ocho horas.

Lo que vemos en esta imagen no está en el Sistema Solar exterior. Es Fobos, la luna más interior de Marte, que puede ser o no un asteroide capturado del lejano extremo del Sistema Solar, y también tiene esta composición oscuro rojiza. Se conoce su densidad media y es compatible con la materia orgánica.

Deimos es la luna más exterior de Marte. A pesar de su diferencia de aspecto en relación con Fobos, también es muy oscura, muy roja, más de lo mismo.



Figura 28. Deimos

La luna exterior de Marte tiene un diámetro medio de 13 kilómetros y un período orbital de treinta horas.

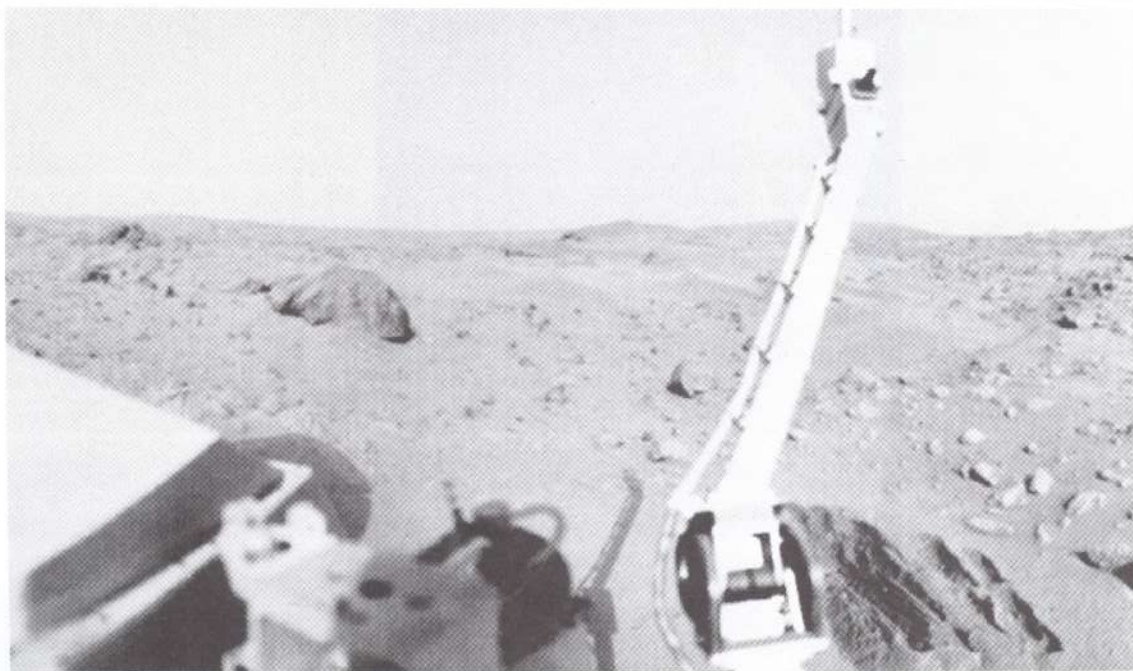


Figura 29. Superficie de Marte fotografiada por la *Viking 1*

La visión desde el sistema de aterrizaje de la *Viking 1* en la superficie de Marte, en 1977, muestra un paisaje rocoso y un cielo rojizo. El sistema de aterrizaje en primer plano tiene el brazo robótico extendido.

Y habría que mencionar asimismo el propio Marte, alrededor del cual orbitan Fobos y Deimos (todo este material rocoso es Marte, y lo que aparece en primer plano es el sistema de aterrizaje de la *Viking 1*). Al menos en los dos sitios en que se aterrizó con la *Viking 1* y la *Viking 2*, no se encontraron indicios de materia orgánica. Volveré a la exploración marciana más adelante, pero quiero subrayar que los niveles de presencia de materia orgánica en Marte son muy bajos. No hay ni una parte por millón de moléculas orgánicas simples y ni una por mil millones de moléculas orgánicas complejas. Marte es muy seco, carente de materia orgánica y, sin embargo, tiene esas dos lunas que posiblemente estén hechas totalmente de materia orgánica orbitando a su alrededor. Es un dilema interesante. En la imagen, podemos ver dos surcos excavados por el brazo robótico en suelo marciano. Se hace para reunir material del subsuelo, que luego se lleva a la nave espacial, donde se examinan con un espectrómetro de masas / cromatógrafo de gas en busca de materia orgánica, que no fue hallada.

Quiero seguir hablando de la materia orgánica en el Sistema Solar exterior, y la mejor historia de que disponemos hasta ahora al respecto, y de la que tenemos más información, aunque todavía bastante limitada, es, con mucho, la de Titán. Titán es la luna más grande del sistema de Saturno. Es notable por muchas razones, la más asombrosa de las cuales es que es la única luna en el Sistema Solar con una atmósfera significativa. La presión en superficie sobre Titán (lo sabemos por la *Voyager 1*) es de 1,6 bares, es decir, 1,6 veces la que hay en la habitación en la que estoy escribiendo esto. Como la aceleración debida a la gravedad en Titán es aproximadamente una sexta parte de la de la Tierra, hay diez veces más gas en la atmósfera titánica que en la terrestre, lo cual representa una atmósfera sustancial.

Las moléculas orgánicas encontradas en el gas de la atmósfera de Titán por las naves espaciales *Voyager 1* y *2* incluyen cianuro de hidrógeno (HCN, del que hemos hablado antes), cianoacetileno, butadieno, cianógeno (que consiste en dos moléculas de CN unidas), propileno, propano (un viejo conocido nuestro), acetileno, etano, etileno (todos ellos componentes del gas natural), y también metano. Y el principal elemento de la atmósfera, allí como aquí, es el nitrógeno molecular.

Creo que es muy interesante que haya un mundo en el Sistema Solar exterior, cargado del material de la vida. Y podemos calcular, al ritmo actual en que estos materiales se forman en Titán, cuánto de este material se ha acumulado durante la historia del Sistema Solar. La respuesta es el equivalente de una capa de al menos cientos de metros de grosor sobre todo Titán y, posiblemente, de kilómetros. La diferencia depende de lo larga que sea la longitud de onda de rayos ultravioleta que puede utilizarse para estos experimentos sintéticos. Y, por cierto, también hay una serie de pruebas de que en la superficie de Titán hay un océano de hidrocarburos líquidos.*

* En julio de 2006, la NASA anunció que la sonda espacial *Cassini* había observado en el sistema de Saturno pruebas de numerosos lagos de hidrocarburos líquidos en Titán.

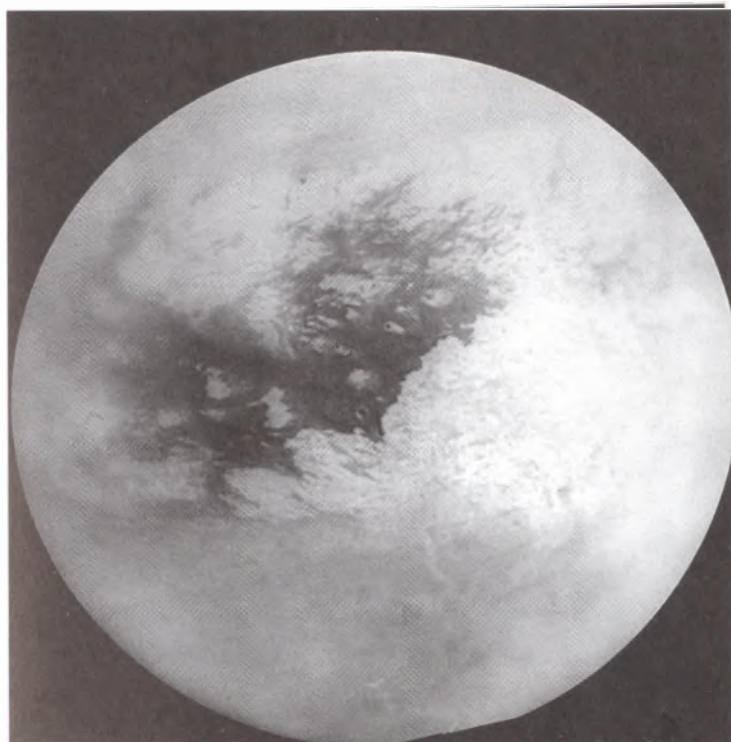


Figura 30. Disco de Titán
La luna más grande de Saturno, con sus intrigantes características fotografiadas por la sonda espacial *Cassini* en 2005.



Figura 31. Costa de Titán

Muestra tierras altas heladas con ríos secos y lo que parece ser la línea de costa de un mar desaparecido, visto por la sonda mientras descendía desde una altitud de unos 10 kilómetros en 2005.

Pensemos pues en ese entorno. Hay tierra; probablemente también un océano. La tierra está cubierta de detritos orgánicos que caen del cielo. Bajo este océano de etano y metano líquido hay un depósito de material complejo y en el fondo metano congelado, agua helada, etcétera.

Bien, es un mundo que vale la pena visitar. ¿Qué ha pasado con este material en los últimos 4.600 millones de años? ¿Hasta dónde ha llegado? ¿Cómo son de complejas allí las moléculas? ¿Qué pasa cuando ocasionalmente se produce un acontecimiento externo o interno que calienta su atmósfera, funde hielo y produce agua líquida? Titán es un mundo que pide a gritos una exploración detallada, y parece haber allí, en sus primeros estadios un experimento a escala planetaria que aquí en la Tierra llevó al origen de la vida, pero que en Titán probablemente se congeló, literalmente, en esas primeras fases debido a la inexistencia de agua en estado líquido.

También hay una serie de estudios muy asombrosos —principalmente de las dos últimas décadas— sobre materia orgánica interestelar: no sólo gran cantidad de mundos en nuestro Sistema Solar sino los espacios fríos y oscuros entre las estrellas también están cargados de moléculas orgánicas.

Estamos mirando al centro de la galaxia en dirección a la constelación de Sagittarius. Podemos ver una serie de nubes oscuras, algunas bastante extensas, otras mucho más pequeñas. En estas nubes moleculares gigantes se han encontrado más de cincuenta tipos de moléculas diferentes, la mayoría de las cuales son orgánicas. Y es precisamente en estas nubes oscuras donde se espera que se produzca el colapso de las nebulosas solares, por lo que los sistemas solares que se formen deberían estar compuestos, en parte, de materia orgánica compleja. La conclusión es que hay materiales orgánicos complejos en todas partes.

Volvamos ahora a la cuestión del origen de la vida en la Tierra. La materia orgánica podría haber caído durante la formación del planeta o podría haberse generado in situ a partir de materiales más simples de la propia Tierra, de la misma manera que en Titán. En el momento presente, no hay manera de valorar las contribuciones relativas de estas dos fuentes; lo que parece claro es que cualquiera de las dos sería suficiente y adecuada.

La Tierra se formó a partir de la colisión de trozos de materia del tipo del que hemos hablado antes, condensándose a partir de la nebulosa solar. Así pues, en sus estadios de formación finales, iba recogiendo objetos que colisionaban a alta velocidad y que producían una serie de acontecimientos catastróficos, incluida la fusión de gran parte de la superficie. Como seguramente habrán sospechado, ése no era un buen entorno para el origen de la vida. Pero al cabo de un tiempo, cuando más o menos se hubo completado la limpieza de los detritos del Sistema Solar, el agua llegada desde fuera o emitida en forma de vapor desde dentro se empezó a acumular en la superficie, llenando los antiguos cráteres formados por los impactos. Y mientras, seguían cayendo partículas de material del espacio. Al mismo tiempo, las descargas eléctricas y la luz ultravioleta del Sol y otras fuentes de energía producían materia orgánica nativa. La cantidad de materia orgánica que se pudo producir en los primeros cientos de millones de años de historia de la Tierra fue suficiente para generar en el



Figura 32. Estrellas de Sagittarius

El telescopio espacial Spitzer dirigió el objetivo hacia la constelación de Sagittarius. Su cámara infrarroja pudo penetrar en las cortinas oscurecidas de gas y polvo para obtener una emocionante imagen del abarrotado centro de la galaxia de la Vía Láctea.

océano actual una solución de porcentajes diversos de materia orgánica. Ésta es aproximadamente la concentración de la sopa de pollo Knorr, y tampoco difiere mucho en cuanto a la composición, y de todos es sabido que la sopa de pollo es buena para la vida. En realidad, es justamente en esa especie de sopa caliente y diluida, en palabras de J. B. S. Haldane, que fue una de las dos primeras personas que se dio cuenta de que esta secuencia de acontecimientos era probable, donde se da el escenario apropiado para el origen de la vida.

En laboratorio, podemos tomar moléculas de agua, amoníaco y metano —muy parecidas a las que hemos mencionado antes hablando de Titán— y disociarlas mediante rayos ultravioleta. Los fragmentos dan lugar a una serie de moléculas precursoras, incluido el cianuro de hidrógeno, que luego se combinan y, en el agua, forman los aminoácidos. En estos experimentos no sólo se producen rutinariamente bloques de construcción de las proteínas sino también bloques de construcción de los ácidos nucleicos. Hay una serie de experimentos derivados, en los cuales bloques moleculares de construcción más pequeños se unen para formar moléculas grandes y complejas.

Si observamos el registro fósil, vemos que hay una serie de pruebas de microfósiles que se remontan no sólo al principio del Cámbrico sino a unos 3.500 millones de años.

Reflexionemos un momento sobre estos números. La Tierra como tal se forma hace unos 4.600 millones de años. Debido a los estadios finales de incremento de su volumen, sabemos que su entorno no era apto para el origen de la vida. A partir de los estudios de los últimos cráteres formados en la Luna, parece —dado que la Tierra y la Luna estaban presumiblemente en la misma parte del sistema solar entonces como ahora— que hasta hace quizá 4.000 millones de años, la Tierra no reunía condiciones para dar origen a la vida. Así pues, si en la Tierra eso no fue así hasta hace 4.000 millones de años y los primeros fósiles son de hace unos 3.500 millones de años, entonces sólo hay un perio-

do de unos 500 millones de años en los que pudo originarse la vida. Pero esos fósiles más antiguos no son en absoluto organismos extremadamente simples, sino que son, de hecho, estromatolitos de colonias de algas, y tuvo que precederlos una gran cantidad de evolución, lo que nos dice que el origen de la vida tuvo lugar en un período significativamente inferior a 500 millones de años. No sabemos cuánto menos. En otros tiempos, la hipótesis popular era de seis días. A partir de estos datos no queda excluido, pero, en todo caso, por el otro extremo no puede ser tanto como 500 millones de años. Debió de ocurrir muy de prisa. Y un proceso rápido es en cierto sentido un proceso probable. Cuanto más de prisa sucede, más probable es. Es difícil extrapolar a partir de un solo caso; sin embargo, esta prueba sugiere que el origen de la vida fue en cierto sentido fácil, que probablemente estaba presente en las leyes de la física y la química, y, si es así, es un hecho muy importante para la consideración de la vida extraterrestre.

Hay una objeción clásica a este tipo de argumento sobre el origen de la vida. Hasta donde yo sé, esta objeción fue planteada por primera vez por Pierre Lecompte du Noüy en un libro de 1947 llamado *Destino humano*, que se redescubre regularmente una vez cada lustro. Dice lo siguiente: consideremos algunas moléculas biológicas, no todas. Concedamos a los evolucionistas el beneficio de la duda. Tomemos sólo una molécula biológica pequeña y sencilla, no una de las que tienen miles de aminoácidos. Tomemos una enzima con un centenar de aminoácidos. Se trata de una enzima muy modesta. Podemos imaginarla como una especie de collar en el que hay un centenar de cuentas. Hay veinte tipos de cuentas diferentes, cada una de las cuales podría estar en cualquier posición. Para reproducir la molécula con exactitud, hay que poner todas las cuentas —todos los aminoácidos— en el orden correcto dentro de la molécula. Si alguien se pusiera a montar el collar con una venda en los ojos y con un número de cuentas abundante, la posibilidad de ensartar la cuenta correcta

en el primer lugar sería de 1 de 20. La posibilidad de poner la segunda cuenta correcta también sería de 1 de 20, por lo que la posibilidad de colocar correctamente las primera y segunda cuentas sería de 1 de 20^2 . La posibilidad de poner la tres primeras correctamente sería de 1 de 20^3 y cien correctamente, de 1 de 20^{100} . Como sabemos, 20^{100} es $2^{100} \times 10^{100}$, y como 2^{10} es mil, que es 10^3 , entonces 2^{100} es 10^{30} , o lo que es lo mismo, 10^{130} . Una posibilidad de 10^{130} de juntar las moléculas correctas la primera vez. Diez elevado a la ciento treinta, o 1 seguido de 130 ceros, es muchísimo más que el número total de partículas elementales existentes en todo el universo, que sólo es de alrededor de diez a la ochenta (10^{80}).

Imaginemos pues que todas las estrellas del universo tienen un sistema planetario como el nuestro. Digamos que un planeta tiene océanos. Supongamos que los océanos son tan profundos como los nuestros. Supongamos que hay una solución de un pequeño porcentaje de materia orgánica en cada uno de estos océanos y que, en cada pequeña parte de ese océano que cuenta con las suficientes moléculas, cada microsegundo se produce un intento de construir esta proteína particular compuesta de cien aminoácidos. Eso querría decir que, en los océanos, cada microsegundo se produciría una enorme cantidad de esos pequeños experimentos, y algo idéntico ocurriría en el sistema de la siguiente estrella y en el de la siguiente, y así hasta cubrir toda la galaxia. Y después no sólo en esta galaxia, sino en todas las galaxias del universo. El resultado es que, aunque esta secuencia de experimentos hubiera sido así durante toda la historia del universo, nunca habríamos podido producir una molécula enzima de estructura predeterminada. Aunque en realidad es mucho peor que eso.

Si hiciéramos este experimento una vez cada tiempo de Planck, la unidad de tiempo más corta permisible en física, no podríamos generar ni una sola molécula de hemoglobina. A partir de eso, mucha gente ha decidido que Dios existe, porque

¿cómo se hacen si no estas moléculas? Si no han oído nunca este argumento, ¿no les parece bastante convincente? Un buen argumento, ¿no? Todo un universo intentándolo cada tiempo de Planck. No hay quien lo supere.

Tomemos ahora otro punto de vista. ¿Tiene alguna importancia si a una molécula de hemoglobina le saco este ácido aspártico y le pongo un ácido glutámico? ¿Hace este cambio que la molécula funcione peor? En la mayor parte de los casos no. En la mayor parte de los casos, una enzima tiene una llamada parte activa, que normalmente es de unos cinco aminoácidos de largo. Y es la parte activa la que realiza la función mientras el resto de la molécula está implicado en plegar y activar o desactivar la molécula. Por lo que no son cien sitios los que tienen que explicarse, sino sólo cinco para poder seguir adelante. Y 20^5 es un número absurdamente pequeño, sólo unos 3 millones. Estos experimentos se llevan a cabo en un océano entre hoy y el próximo martes. Ahora recordemos qué es lo que intentamos hacer: tratamos de crear un ser humano partiendo de cero, meter todas las moléculas de un ser humano simultáneamente en un océano primitivo para que a continuación salga alguien nadando del agua. Eso no es lo que buscábamos. Lo que queríamos era algo que permitiera conseguir vida, de modo que luego, ese filtro enormemente poderoso de la selección natural darwiniana, pudiera empezar a recoger los experimentos naturales que hubiesen funcionado y favorecerlos, dejando de lado los que no hubiesen funcionado.

Así resulta que, como en algunos de los razonamientos que hacía ayer, hay un punto importante que queda fuera de estas deducciones de intervención divina al mirar el mundo natural. Una muy firme y dramática declaración de este tipo la han hecho los astrónomos Fred Hoyle y N. C. Wickramasinghe. Y su frase, después de un cálculo en este sentido, dice algo así como:

Se dice que es tan probable que el origen de la vida pueda darse espontáneamente por interacción molecular en el océano

primitivo como que un torbellino de viento produjese espontáneamente un Boeing 747 a partir de un depósito de chatarra. Es una imagen vivida. También es una imagen muy útil, porque, desde luego, el Boeing 747 no apareció de repente en el mundo de la aviación; es el producto final de una larga secuencia evolutiva, que, como sabemos, se remonta al DC-3 y más allá hasta llegar al biplano de Wright. Ahora, el biplano de Wright tiene el aspecto de haber sido creado por un torbellino de viento a partir de un depósito de chatarra. Y, aunque no quiero criticar el brillante logro de los hermanos Wright, siempre que recordemos que existe esta historia evolutiva, es mucho más fácil entender el origen del primer ejemplo.

Quiero terminar con una bella poesía escrita por una mujer en el Arkansas rural. Se llama Lillie Emery y no es poetisa profesional, pero escribe para sí misma y me ha enviado uno de sus poemas, en el que se encuentran los siguientes versos:

*Mi especie no salió de un charco producido por la marea, ¿verdad?
Dios, necesito creer que tú me creaste:
aquí abajo somos tan pequeños.*

Creo que Lillie Emery expresa una verdad muy extendida en este poema. Me parece que todos experimentamos este sentimiento en mayor o menor medida. Y sin embargo, si fuéramos simplemente materia ensamblada de manera compleja, ¿sería eso degradante? Si en nosotros no hay nada más que átomos, ¿nos hace eso menos o más importantes?

Inteligencia extraterrestre

Hubo un tiempo en que los ángeles recorrieron la Tierra
Hoy no se los encuentra ni siquiera en el Cielo.

Proverbio yiddish

Si hay una continuidad desde las moléculas autorreproductoras, como el ADN, hasta los microbios, y una secuencia evolutiva desde los microbios hasta los humanos, ¿por qué debemos pensar que se detiene en los humanos? ¿Por qué tiene que haber una brecha abierta en el espectro de los seres? ¿Y no es un poco sospechoso que esa brecha empiece con nosotros?

Me parece interesante que nuestro lenguaje no tenga términos realmente apropiados para semejantes seres. Los lenguajes teológicos contienen términos como ángeles, semidioses, serafines, etcétera. También es interesante que las expectativas teológicas de seres superiores a los humanos representen en general una jerarquía de poder pero no de inteligencia, y aquí, otra vez, pienso que está claro que hemos impuesto los valores humanos al universo. Desde luego, no parece que en este planeta haya seres más inteligentes que los humanos, aunque podría contemplarse el caso de los delfines y ballenas, y, de hecho, si los humanos conseguimos autodestruirnos con armas nucleares, se podría llegar a pensar que *todos* los demás animales son más listos que nosotros.

Me gustaría describir un caso famoso de búsqueda de inteligencia extraterrestre de seres más avanzados que nosotros—, un caso que fracasó. Quiero analizar por qué fracasó, qué leccio-

nes podemos extraer de ese fracaso y, a continuación, avanzar hacia una búsqueda moderna de inteligencia extraterrestre. Espero destacar dónde tenemos que ser extremadamente cuidadosos y dónde debemos exigir los criterios más estrictos y rigurosos de pruebas precisamente porque, emocionalmente, hemos invertido mucho en la respuesta. Más adelante, intentaré utilizar todos esos reparos para aplicarlos más directamente a las hipótesis más convencionales sobre Dios.

Supongo que un epigrama bueno para este tema es la siguiente frase de John Adams, segundo presidente de Estados Unidos, aunque mucho antes de llegar a serlo. Como abogado, defendió a los soldados británicos que fueron juzgados en los procesos de la Matanza de Boston, en diciembre de 1770, y no lo hizo porque estuviera a favor de la causa británica; no lo estaba. Defendió a aquellos a quienes se oponía porque creía que, por encima de cualquier otra consideración, debía buscarse la verdad. Dijo: «Los hechos son testarudos; y cualesquiera que sean nuestros deseos, nuestras inclinaciones, o los dictados de nuestras pasiones, no pueden alterar la condición de los hechos y las pruebas.» Bueno, a veces sí pueden, pero nosotros confiamos en que no lo consigan.

El año es 1877, imaginémoslo. El movimiento de la Tierra alrededor del Sol y de Marte alrededor del Sol ha acercado a Marte y la Tierra, algo que sucede a intervalos de aproximadamente diecisiete años.

Un astrónomo italiano llamado Giovanni Schiaparelli, a través de un telescopio recién terminado y con una abertura bastante grande, estaba mirando hacia Marte y de pronto vio que la superficie del planeta revelaba una profusión de detalles de líneas intrincadas y finas que un observador posterior describió como las finas líneas de un aguafuerte. Schiaparelli rápidamente llamó a estas líneas *canali*, es decir, «canales» o «surcos». Podemos en-

tender por qué los llamaron así, una palabra con un claro sentido de diseño, una realización, la de las obras de alta ingeniería construidas con un objetivo, que requiere inteligencia. La idea de canales en Marte fue adoptada por un astrónomo estadounidense llamado Percival Lowell, un acomodado bostoniano. Para estudiar estas marcas, Lowell construyó, con fondos de su propio bolsillo, un gran observatorio cerca de Flagstaff, Arizona, al que llamó, naturalmente, Observatorio Lowell.

Lowell estaba convencido de que Schiaparelli tenía razón, que el planeta estaba cubierto por una red de líneas sencillas y dobles en intersección, que estas líneas recorrían distancias enormes y, por tanto, sólo podían corresponder a obras de ingeniería a la escala más grande imaginable. Otros observadores también vieron los canales, y los dibujaron. Fotografiarlos era mucho más difícil. El problema era que la observación telescópica era poco fiable debido a la intrínseca turbulencia e inestabilidad de la atmósfera de la Tierra, que normalmente impide ver los canales. Pero de vez en cuando, por casualidad, la atmósfera se estabiliza, los remolinos turbulentos de aire no interfieren en nuestra visión de Marte y, por un instante, podemos ver el planeta exactamente como es, con esta red de líneas rectas. A continuación, aparece otra pequeña turbulencia atmosférica, la imagen planetaria se vuelve borrosa y los detalles se pierden. Lowell razonaba que una fotografía, que implica una exposición de tiempo que suma a los raros momentos de buena vista los momentos más habituales de mala visión, no podía revelar los canales. Pero el ojo humano en cambio puede recordar estos instantes de visión excelente y rechazar los demás momentos, mucho más comunes, en que la imagen se apaga, se difumina y se distorsiona, y ése es el motivo por el que, según él, experimentados observadores con buena mano para el dibujo podían obtener resultados que no eran posibles para la emulsión fotográfica.

También hubo otros astrónomos que, por mucho que se esforzasen, no conseguían ver las líneas rectas, pero había una bue-

na serie de explicaciones: no estaban en el mejor sitio para mirar por el telescopio. No eran observadores experimentados. No eran buenos dibujantes. Tenían prejuicios contra los canales de Marte.

Desde luego, Lowell y Schiaparelli no fueron los únicos astrónomos que consiguieron vislumbrar los canales. Astrónomos de todo el mundo lo lograron y los dibujaron, los cartografiaron, los bautizaron, y se puso nombre literalmente a cientos de ellos.

Hubo quien dijo que, en realidad, esos canales no estaban en Marte, sino que representaban un sofisticado fallo de la combinación del ojo y el cerebro humanos, que Lowell y sus cofrades se habían dejado llevar por el poder del deseo. Lowell, que era capaz de exponer sus ideas de maravilla, descartó estas objeciones de distintas maneras y señaló la notable similitud entre los mapas que había dibujado él y los de otros observadores independientes, como por ejemplo W. H. Wright, en el Observatorio de Lick. Lowell argumentaba que esta convergencia por parte de observadores bastante alejados y sin previa connivencia, de la misma pauta de líneas rectas sólo podía deberse a algo propio de Marte, no de la Tierra. A partir de esas líneas rectas, dedujo una antigua civilización en Marte más avanzada que la nuestra, que tuvo que afrontar una sequía planetaria de proporciones sin precedentes en la Tierra, y su solución consistió en construir una red inmensa de canales que cubrieran el planeta para llevar agua líquida desde los casquetes polares fundidos a los sedientos habitantes de las ciudades ecuatoriales. Más todavía, Lowell pensaba que era posible sacar alguna conclusión de la política de los marcianos, porque la red cruzaba el planeta entero. Por tanto, en Marte había un gobierno mundial, al menos en lo relativo a detalles de ingeniería. Y llegó incluso a identificar la capital, un punto concreto en la superficie llamado Solis Lacus, el Lago del Sol, del que parecían partir seis u ocho canales diferentes.

Se trata de una historia encantadora que pasó a la leyenda

popular, a la literatura folclórica, quedó poderosamente impresa en la conciencia global a través de *La Guerra de los mundos* de H. G. Wells y a través de una serie de novelas de ciencia ficción de Edgar Rice Burroughs (el hombre que inventó Tarzán) y, después, en 1938, mediante «La guerra de los mundos» de Orson Welles, emitida por radio en Estados Unidos la víspera de la invasión nazi de Europa, en una época en que el temor a una invasión claramente terrestre, no extraterrestre, estaba en la mente de todos.

Y, sin embargo, no hay canales en Marte. Ni uno. Todo es un error, una equivocación. Un fallo de la combinación mano-ojo-cerebro humanos. La idea de Lowell evocaba una pasión, creo que muy comprensible y humana: la visión de seres más avanzados en un planeta vecino, con un gobierno mundial, luchando por sobrevivir, era una idea maravillosa. Era tan maravillosa que el deseo de creerla falsificó la escrupulosidad del proceso de investigación.

Así pues, ¿qué conclusión podemos sacar de todo esto? Bien, podemos concluir que, en un sentido, Lowell tenía razón, que los canales de Marte eran un indicio de vida inteligente. El único problema es en qué lado del telescopio está la vida inteligente y, como vemos, la vida inteligente está en nuestro extremo del telescopio. Hubo gente que se jugó la carrera por un fenómeno observable, aparentemente reproducible por otros en partes del mundo bastante distintas. Generó gran preocupación e interés públicos. Era sólo uno de los varios argumentos a favor de la vida inteligente en Marte que nos preocupa aún hoy, todos los cuales eran erróneos.

Si hay científicos que, cuando entran en juego las predisposiciones emocionales, pueden engañarse en la cuestión de la simple interpretación de datos directos, como los obtenidos rutinariamente a partir de otros tipos de objetos astronómicos, siendo como es, mucho lo que hay en juego, ¿qué debe de pasar cuando las pruebas son mucho más débiles, cuando la voluntad de creer es mucho mayor, cuando la tradición científica escéptica difícil-

mente encuentra un punto de apoyo... por ejemplo en la religión?

Pensemos en la cuestión de la inteligencia extraterrestre. Hay varias aproximaciones. Una de ellas dice: bueno, es un universo inmenso, tiene que haber seres más listos que nosotros, tiene que haber capacidades que superen en mucho a las nuestras, por tanto, tendrían que ser capaces de venir aquí. Si nosotros estamos rastreando los mundos vecinos de nuestro sistema planetario, ¿no deberían venir a visitarnos seres inteligentes de otra parte de nuestro Sistema Solar, como pensaba Lowell, o de otros sistemas planetarios, que ahora sabemos que son muchos? Eso nos lleva entonces al tema de los objetos voladores no identificados y a los antiguos astronautas, de los que hablaremos más adelante. Aquí me gustaría centrarme en lo que es ahora la aproximación científica general a la cuestión de la inteligencia extraterrestre, en la que debo decir que he estado profundamente implicado desde el principio y que apoyo de todo corazón. Pero, al mismo tiempo, creo que arroja luz sobre la cuestión de qué es una prueba apta y qué no.

¿En qué momento decimos que la prueba es suficiente para deducir la presencia de inteligencia extraterrestre? Creo que, aunque los detalles sean ligeramente diferentes, el argumento no es significativamente distinto de la pregunta ¿cuál sería una prueba convincente de la existencia de un ángel, un semidiós o un dios? Para empezar, hagámonos la pregunta ¿es plausible? Es decir, sea lo que sea lo que se haga para buscar inteligencia extraterrestre, va a costar dinero. Lo primero que uno quiere es un argumento de plausibilidad, que tenga al menos un poco de sentido. Está claro que, si encontráramos inteligencia extraterrestre, sería un descubrimiento de una enorme importancia científica, filosófica y, lo mantengo, teológica, pero nos gustaría contar con cierta expectativa de éxito, con algún argumento que presentar a los escépticos que dicen: «No hay pruebas de que nunca nos hayan visitado; por tanto, es una pérdida de tiempo.»

Así pues, lo que realmente queríamos saber es: ¿cuántos sitios con seres inteligentes, más inteligentes que nosotros, hay, por ejemplo, en la galaxia de la Vía Láctea? ¿Y a qué distancia de aquí está el más próximo? Si resulta que el más próximo está a una distancia inmensa —por ejemplo en el centro de la Vía Láctea, a 30.000 años luz—, entonces podemos llegar a la conclusión de que las perspectivas de contacto son pequeñas. Por otro lado, si resulta que la civilización más cercana está relativamente cerca —es decir, a pocas decenas o incluso a pocos cientos de años luz—, entonces podría tener un cierto sentido, en el que ahora profundizaré, intentar buscarla.

Una aproximación conveniente (aunque poco precisa) a este tema es lo que se llama la ecuación de Drake, del astrónomo Frank Drake, que fue pionero en el enfoque científico de esta cuestión. Y es la siguiente: hay un número, llamémosle N , de civilizaciones técnicas en la galaxia, civilizaciones con tecnología suficiente para permitir un contacto interestelar (esta tecnología esencialmente es radioastronomía). Este número es:

$$N = R \times f_p \times n_p \times f_i \times f_c \times L$$

el producto de una serie de factores, que definiré uno a uno. (Lo que implica esta ecuación es la idea de que una probabilidad colectiva es el producto de las probabilidades individuales, algo parecido a lo que decíamos antes sobre la probabilidad de que el aminoácido correcto vaya al lugar adecuado de la proteína, y al segundo, y al tercero, y después se multiplican estas posibilidades. La probabilidad de que salga cara en la primera moneda que uno lanza es de la mitad, la probabilidad de sacar cara en la segunda es la mitad, la probabilidad de sacar dos caras consecutivas es un cuarto, tres consecutivas un octavo, y así sucesivamente.)

Así, el número de civilizaciones posibles depende del nivel de formación estelar, que llamaremos R . Cuantas más estrellas se formen, más moradas potenciales de vida habrá si tienen siste-

mas planetarios. Eso parece claro. Multiplicamos pues esta cifra por f_p veces, el número de estrellas que tienen sistemas planetarios. Pero no es suficiente con tener planetas, éstos tienen que ser aptos para la vida. Multiplicamos pues por n_p , el número de planetas en un sistema medio que son ecológicamente aptos para el origen de la vida, después por f_l veces, la fracción de estos mundos en los que realmente surge vida, por f_i veces, la fracción de estos mundos en los que se desarrolla vida inteligente en su período de vida, por f_c veces, la fracción de estos mundos en los que la vida inteligente desarrolla una capacidad comunicativa técnica, y por L veces, los períodos de vida de la civilización técnica, porque está claro que si las civilizaciones se destruyen a sí mismas en cuanto se forman, todo lo demás puede ir a las mil maravillas, pero no habrá nadie con quien podamos hablar.

Me permitiré calcular someramente cuáles son estos números. Subrayo que no conocemos muy bien estas cantidades, y que nuestra incertidumbre aumenta a medida que avanzamos desde el factor de la izquierda hacia la derecha, y que la mayor incertidumbre está en L , el período de vida de una civilización técnica.

En la galaxia de la Vía Láctea hay unos cien mil millones de estrellas.

El período de vida de dicha galaxia es de algo así como diez mil millones de años y, por tanto, una estimación media modesta del nivel de formación estelar es de unas diez estrellas por año: un número muy interesante en sí mismo. Todos los años nacen diez nuevos soles en la galaxia de la Vía Láctea, y muchos de ellos, probablemente, con sistemas planetarios que es posible que dentro de unos miles de millones de años tengan vida.

Sobre la cuestión de las estrellas que tienen planetas a su alrededor, he hablado antes de las pruebas, aportadas por los observatorios terrestres y los situados en el espacio, de la existencia de sistemas planetarios, tanto de los que están en proceso de formación como de los plenamente formados alrededor de estrellas

cercanas. Las estadísticas son notables. Los datos del satélite IRAS sugieren por sí solos que aproximadamente una cuarta parte de las estrellas cercanas de la secuencia principal un poco más jóvenes que el Sol tienen algo parecido a una nebulosa solar en proceso de formación. Es un número asombrosamente alto y sólo en determinados casos especiales podemos detectar que alguna de ellas tenga sistemas planetarios plenamente formados. No es de esperar que todas las estrellas tengan un sistema planetario, pero el número parece muy elevado. Sólo por poner un ejemplo, asumiré que la fracción f_p es algo así como un medio. Consideremos ahora el número de planetas por sistema que en principio son aptos para el origen de la vida. Bien, en nuestro sistema conocemos al menos uno, la Tierra, y pueden aportarse buenos argumentos en favor de la posibilidad de que la haya en otros planetas, en otros cuerpos. Hablábamos de Titán. Podría decirse que también Marte. No porque así lo creamos, sino para poder disponer de números que podamos multiplicar fácilmente; digamos pues que este número, n_p , es dos.

Partiendo del tipo de razonamiento hecho antes, sobre todo respecto a la velocidad a la que parece haberse producido el origen de la vida en este planeta, presumiré que la fracción de planetas ecológicamente aptos en los que realmente puede surgir vida durante un período de cientos de millones o miles de millones de años es muy alta. Así pues, partiré de la base de que f_l es alrededor de uno.

Y ahora llegamos a números más difíciles. La vida ha surgido en un planeta determinado y tenemos miles de millones de años en los que el entorno ha sido en cierto modo estable. ¿Qué probabilidades hay de que surja inteligencia y civilizaciones técnicas? Por un lado, podemos argüir que hay una secuencia de acontecimientos individualmente improbables que deben ocurrir para que se desarrollen seres humanos. Por ejemplo, tuvieron que extinguirse los dinosaurios, porque eran los organismos dominantes en el planeta, y, en tiempos de los dinosaurios, nues-

tros antepasados eran criaturas peludas que correteaban y hurgaban, no mayores que los ratones; sólo gracias a la extinción de los dinosaurios nuestros antepasados pudieron ir tirando. Dicha extinción parece haber sido causada por una inmensa colisión de un asteroide o núcleo cometario con la Tierra hace unos 65 millones de años, al final del período Cretácico. Eso es un dato estadístico y, de no haber ocurrido, quizá yo mediría tres metros de altura, tendría escamas verdes y afilados dientes puntiagudos, y ustedes serían también altos, verdes y con dientes puntiagudos. Tanto ustedes como yo nos consideraríamos extremadamente atractivos. ¡Qué guapos somos! Y qué extraño parecería que yo insinuara que las cosas podían haber ido de otra manera, que los pequeños ratones que nos molestan pudiesen haber evolucionado hasta llegar a ser el organismo dominante, y que los únicos de nosotros que quedarían fueran las salamandras, los cocodrilos y las aves. Eso por un lado.

Por otro, no hay razón para pensar que haya un solo camino hacia la vida inteligente. La ventaja selectiva de la inteligencia es claramente elevada. En igualdad de condiciones, si uno puede entender cómo funciona el mundo, tiene mayores posibilidades de supervivencia. Al menos hasta la invención de las armas nucleares.

El cerebro humano representa una fracción significativa de nuestra masa corporal, superior a la de cualquier otro animal del planeta, lo que sugiere un desarrollo progresivo de ese órgano para entender el mundo. Cuantos más datos se procesen, más posibilidades de supervivencia tenemos. No hay razón para pensar que ésta sea una característica exclusiva de los humanos. Debería ser cierta también en otros planetas.

Llegamos pues ahora a la pregunta: que haya vida inteligente, ¿garantiza el desarrollo de civilizaciones técnicas? Evidentemente no. Los delfines y las ballenas son inteligentes, según relatan muchas anécdotas y según la relación masa cerebral masa corporal, y sin embargo no han construido

nada, porque no tienen manos y viven en un entorno diferente del nuestro.

Es fácil imaginar un mundo lleno de poetas que no construyesen radiotelescopios. Son muy inteligentes, pero no sabemos nada de ellos. Es decir, no toda forma de vida inteligente tiene que ser tecnológica o comunicativa. En realidad, nadie sabe cuál es el producto de $f_i \times f_c$. Sin duda, podemos señalar que tuvo que pasar la mayor parte de la historia de la Tierra antes de que los ornitoides, cetáceos o primates se desarrollaran. Todos lo hicieron en las últimas decenas de millones de años. ¿Por qué tardaron tanto? Bueno, probablemente sea esencial un grado de complejidad antes de ser capaz de entender las cosas.

Por otro lado, la Tierra y el Sistema Solar tienen miles de millones de años más por delante, como también otros planetas. Un número para $X f_c$ que creo que es modesto es $1/100$ -1 por ciento. (No digo en absoluto que sepa cuáles son esos números; se trata simplemente de estimaciones aproximadas para agrupar las distintas incertidumbres. No pretendo escribir un texto sagrado.) Si multiplicamos estos números, $10 \times 1/2 \times 2 \times 1 \times 1/100$, el producto es un décimo. Así, el número N de civilizaciones técnicas en nuestra galaxia sería una décima parte de su período de vida medio L en años. (L es en años porque R era diez estrellas por año, y el producto no debe contener años, sólo el número de civilizaciones.)

Así, pues, ¿qué es L ? ¿Cuál es el período de vida de una civilización técnica? Nosotros tenemos radiotelescopios sólo desde las últimas décadas. De la lectura de los periódicos podría deducirse que, entre otras cosas, nuestra civilización se encuentra en gran peligro y, por tanto, que al menos para la Tierra, el período de vida de una civilización técnica en este sentido es de una década o de unas cuantas décadas. Si este número fuera extrapolable a las civilizaciones en general, entonces L sería, por ejemplo, una década, diez años. Digamos que ésta es la valoración más pesimista. Una décima parte de diez veces es uno, por lo que el nú-

mero de civilizaciones técnicas en la galaxia sería una. ¿Dónde está? Somos nosotros.

No hay nadie con quien hablar excepto nosotros mismos y ni siquiera lo hacemos demasiado bien. En este caso, si uno considera este razonamiento, sería una locura iniciar una búsqueda masiva y amplia de vida extraterrestre porque, aun en el caso de que este número L fuera de unas cuantas décadas, el número de civilizaciones sería sólo unas cuantas y, por tanto, la distancia a la más cercana sería enorme.

Tomemos ahora otro camino, el optimista. Éste sería que parece perfectamente posible que seamos capaces de resolver los problemas de adolescencia tecnológica que nos aquejan, e incluso, si hay sólo una pequeña posibilidad de hacerlo, digamos, un 1 por ciento, el 1 por ciento de todas esas civilizaciones de la galaxia que perdurasen durante períodos muy largos de tiempo sería un número muy alto. Supongamos que el 1 por ciento de las civilizaciones vivieran a una escala de tiempo evolutiva o evolutiva geológica o estelar de, digamos, miles de millones de años. Si sólo hay un 1 por ciento que lo hicieran, entonces el período de vida medio sería de 1 por ciento de 10^9 , que es 10^7 , es decir, el valor de L sería 10 millones de años. Multiplíquese eso por un décimo y la respuesta sería un millón, 10^6 civilizaciones en la galaxia, una historia totalmente diferente.

Podemos ver pues que, mientras hay significativas incertidumbres para cada uno de los factores, la mayor incertidumbre con mucho, y de lo que tenemos menos experiencia (ninguna en absoluto, en realidad) es del período de vida medio de una civilización técnica. Y es esta relación de L con el número de civilizaciones y la distancia a la más cercana la que de una manera notable vincula este tema bastante estrafalario de la inteligencia extraterrestre con las preocupaciones humanas más apremiantes, porque significa que la recepción de un mensaje de otra parte, y no hablamos de la capacidad de descifrarlo, diría que L es probablemente un número alto, que alguien ha sido capaz de sobre-

vivir a la adolescencia tecnológica. Sería un conocimiento precioso de obtener.

Si hay un millón de civilizaciones técnicas en la galaxia, entonces podemos calcular fácilmente la base sólo sacando una raíz cúbica, es decir, la distancia a la civilización más cercana. Si están distribuidas aleatoriamente y sabemos cuántas estrellas hay en la galaxia, ¿a qué distancia está la más cercana? Y la respuesta es: sólo a unos cientos de años luz. Aquí al lado; no aquí al lado para hacerle una visita, pero sí para la comunicación por radio.

Pero incluso unos cuantos cientos de años luz de distancia significa que no podemos esperar grandes cosas en cuanto al diálogo. Es más un monólogo. Porque en otro caso nos dirían, imaginémoslo: «Hola, ¿cómo están ustedes?» y nosotros contestaríamos: «Bien, gracias, ¿y ustedes?» Y este intercambio duraría, por ejemplo, seiscientos años. No es lo que podríamos calificar de conversación ágil.

Por otro lado, está muy claro que la transmisión de información de sentido único es algo que puede ser enormemente valioso. Aristóteles nos habla. Nosotros, excepto si somos espiritualistas, no hablamos con Aristóteles, y tengo grandes dudas acerca de los espiritualistas. (Además Aristóteles no suele estar en su lista de contactos.)

Digamos pues unas cuantas palabras más sobre la idea de la radiocomunicación. Lo que nosotros imaginamos es que seres de un planeta de otra estrella saben que civilizaciones emergentes inventarán o descubrirán la radio. Se trata de espectro electromagnético; es, como les demostraré en un momento, un canal claro a través de la galaxia. Su tecnología es relativamente sencilla y barata. Las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz, más de prisa que ningún otro medio existente, al menos con lo que hoy sabemos. La información que puede transmitirse es enorme, no sólo: «Hola, ¿cómo están ustedes?» Dicho de otro modo, si existiera un sistema idéntico en el centro de la ga-

laxia, nosotros, mediante nuestra tecnología de detección actual, podríamos captar esa señal procedente de miles de años luz, lo que nos da una idea del extraordinario poder de esta tecnología, que en realidad sólo en época reciente hemos desarrollado hasta su capacidad real.

Hay una cuestión de frecuencia. ¿Qué canal escucharemos? Hay una enorme cantidad de frecuencias de radio posibles. Disponemos de un espectro de frecuencia de radio en gigahercios, de miles de millones de ciclos por segundo, sobre un ruido de fondo de varias fuentes en grados absolutos. Y lo que vemos es que, en las bajas frecuencias, hay un ruido de fondo de partículas cargadas en campos magnéticos de la galaxia: es el fondo galáctico. Es ruido, y alcanza un volumen considerable.

No es desde ahí desde donde uno querría transmitir o recibir. En el extremo de la alta frecuencia hay otra fuente de ruido, intrínseca a la naturaleza cuántica de los detectores de radio, pero en el medio hay una amplia región en la que el ruido es bajo, y ésta es la ventana desde la que tiene sentido transmitir. En esta ventana hay determinadas líneas espectrales, por ejemplo, de hidrógeno atómico, el átomo más abundante en el universo, a frecuencias específicas. Así pues, con ese propósito, se está efectuando un sofisticado programa de búsqueda en Harvard, en Massachusetts, un proyecto de cooperación entre la Universidad de Harvard y la Sociedad Planetaria, una organización de cien mil miembros en todo el mundo, y es notable que mediante cuotas y contribuciones a una organización privada se pueda mantener la búsqueda más sofisticada de inteligencia extraterrestre intentada hasta ahora.*

* En 2006, la Sociedad Planetaria y la Universidad de Harvard inauguraron el telescopio óptico SETI, el primer observatorio óptico dedicado a la detección de señales extraterrestres inteligentes. Para la historia de la Sociedad Planetaria y del SETI véase: www.planetary.org, y para participar en la investigación, véase www.setiathome.ssl.berkeley.edu/

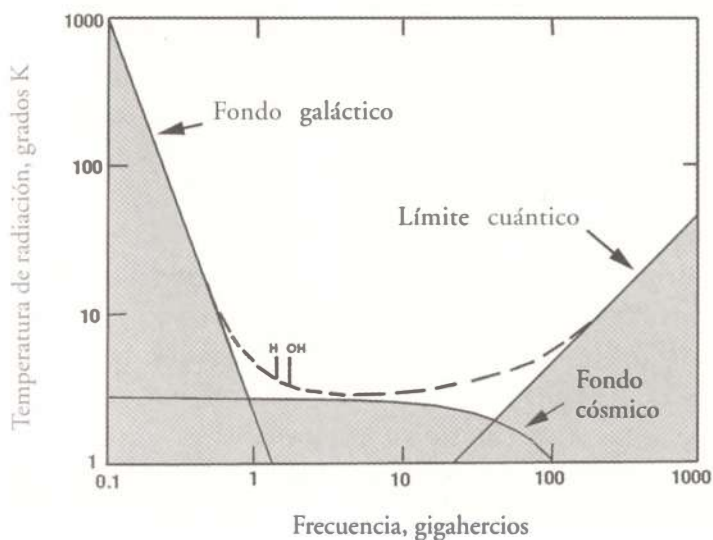


Figura 33. Espectro SETI

Un gráfico del ruido de fondo natural sobre una amplia serie de frecuencias de radio. A frecuencias más bajas (izquierda), las partículas cargadas de nuestra galaxia emiten más ruido. A frecuencias más altas (derecha), el ruido cuántico intrínseco de cualquier receptor de radio aumenta. Entre ellas hay una «ventana» relativamente tranquila, donde el hidrógeno (H) e hidroxilo (OH) interestelar emite ondas de radio a frecuencias discretas. No incluye la emisión de radio de las moléculas de la atmósfera de la Tierra.

Esta ilustración representa cómo se notaría un éxito. La línea inclinada indica una señal muy débil de una fuente extraterrestre. Se escuchan muchas frecuencias durante un tiempo, y se ve si pasa algo. El sistema de la Sociedad Planetaria ha sido mejorado recientemente, de manera que se pueden escuchar 8,4 millones de canales simultáneamente, pero por separado. La antena apunta a un lugar determinado del cielo. En algunos puntos hay picos que pueden deberse a interferencias de radio en la Tierra, o de satélites en la órbita de la Tierra, al sistema de arranque de automóviles o a máquinas diatérmicas, pero cada uno de ellos produce un tipo concreto de alteración y es posible imaginar señales que no se parecen a ninguna de esas cosas. En ese caso, el ordenador seleccionaría inmediatamente entre el ruido hasta fijar, sin lugar a dudas, que se trataba de una señal artificial de origen extraterrestre; aunque no tuviéramos la oportunidad ni la capacidad de entender lo que quería decir.

Ahora bien, la expectativa es que ellos envíen y que nosotros, que acabamos de aparecer, la civilización comunicativa más joven de la galaxia, escuchemos. No a la inversa.

Déjenme subrayar que es precisamente en este aspecto en el que nuestra civilización probablemente sea única en la galaxia. Alguien sólo un poco más ignorante no podría comunicarse en absoluto. Dicho de otra manera: una civilización que estuviera sólo unas décadas por detrás de nosotros no tendría radioastronomía y, por tanto, no podría comprender esta técnica. O quizá podría comprenderla, pero no emplearla. Por eso, cualquier civilización que oyéramos, seguramente estaría más adelantada que nosotros, porque si están aunque sólo sea un poco por detrás, no pueden comunicarse en absoluto.

Así pues, la situación más probable es de comunicación con seres mucho más avanzados que nosotros, lo que plantea la pregunta de si seríamos capaces de entender lo que nos dijeran. Lo que tenemos que recordar aquí es que, si fuera un mensaje específico de ellos para nosotros, es probable que intentasen poner-

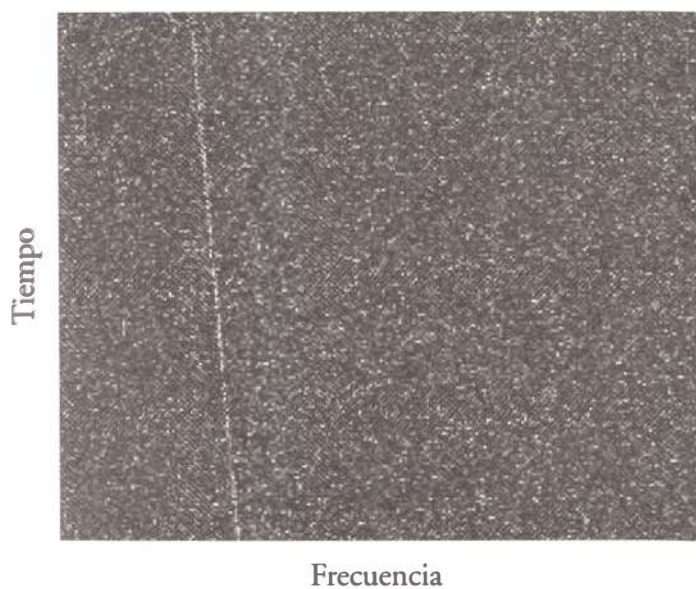


Figura 34. Simulación de la señal SETI

La búsqueda de inteligencia extraterrestre supone, entre otras cosas, la observación de estrellas en muchas frecuencias de radio simultáneamente a lo largo del tiempo. Una detección exitosa podría parecerse a esta señal, que en realidad es de la nave espacial *Pioneer 10* en el Sistema Solar exterior. La desviación de la frecuencia a lo largo del tiempo muestra que la fuente no gira con la Tierra, sino que proviene de fuera de ella.

noslo fácil. Pueden ser comprensivos con las otras civilizaciones pero, si deciden no serlo, no entenderemos el mensaje.

A lo mejor dirían: «Las civilizaciones avanzadas se comunican mediante ondas zeta.» Y yo les diría: «¿Qué es una onda zeta?» Y ellos me contestarían: «Es algo fantástico para la comunicación, pero no podemos darle más detalles porque tardaremos cinco mil años en inventarlas.» Bueno, eso sería maravilloso, y si con sus colegas querían comunicarse con ondas zeta, fantástico, pero si lo que desearan fuera comunicarse con nosotros, tendrían que sacar un radiotelescopio antiguo y chirriante del museo de la tecnología y ponerlo en marcha, porque es lo único que las civilizaciones jóvenes serán capaces de entender y detectar.

Ahora supongamos que recibimos un mensaje. ¿Cómo sería? He aquí una posibilidad: habría un rayo potente o una señal de anuncio, algo que dejara muy claro, sin ambigüedades, que estábamos recibiendo un mensaje de una civilización avanzada. Podría ser, por ejemplo, muy monocromático; es decir, una banda de radiofrecuencia extremadamente estrecha y/o podría ser una secuencia de pulsos claramente de origen no natural. Por ejemplo, una secuencia de números primos, los números divisibles sólo por 1 y por sí mismos: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, y así sucesivamente. No hay proceso natural que pueda producir estos números.

Entonces, una vez establecido sin ambigüedades que el mensaje era de seres inteligentes del espacio, sería perfectamente posible imaginar la transmisión de una enorme cantidad de información adicional para que pudiéramos entenderlos. Por ejemplo, es perfectamente posible transmitir imágenes. En realidad lo hacemos a todas horas por radio. Es lo que hace nuestro televisor. Es posible enviar matemáticas. Es muy fácil. Quiero decir, imaginemos que marcaran los números mediante sonidos: *pip*, esto es un uno; *pip pip*, esto es un dos; *pip pip pip*, esto es un tres, y así sucesivamente, y después hicieran (me lo voy a inventar) *pip clac pip pum pip pip*. Bien, unos cuantos más y descubriríamos

que *clac* significaba «más» y *pum* «igual». Pero supongamos que hicieran: *¿pip clac pip pip pum pip pip?* Y después de esto un símbolo. Ese símbolo, este nuevo símbolo, significaría «falso», e inmediatamente podríamos ver que conceptos abstractos como «verdadero» y «falso» podrían comunicarse muy rápidamente. Entre esos dos modos —el uso de las matemáticas, que desde luego compartiríamos, y la transmisión de imágenes— sería posible transmitir un mensaje muy completo. Cuál sería el mensaje es algo que ninguno de nosotros está en condiciones de decir.

Ahora me gustaría que comparasen esta aproximación realizada con mente abierta y actitud experimental, que contiene algunos argumentos plausibles que nadie se toma demasiado en serio, con la aproximación más tradicional a la vida inteligente en el espacio: aquella en la cual no caben los experimentos, en la que no se reprime el pronunciamiento hasta que haya una prueba, sino que, por el contrario, se nos pide que simplemente hagamos un acto de fe. El contraste, en mi opinión, es muy fuerte. Es una aproximación bastante diferente en lo que respecta al método, y les recuerdo hasta qué punto condujo a engaño el asunto de los canales marcianos; en una situación en la que las pasiones y emociones se vieron fuertemente involucradas.

¿Qué aspecto tienen? En Hollywood existe la convención estándar de que los extraterrestres son exactamente como nosotros. Bueno, a lo mejor tienen las orejas puntiagudas, antenas, o la piel verde, pero eso son variaciones cosméticas menores. Los extraterrestres y los humanos son básicamente iguales. ¿Por qué tendría que ser así? Observemos la larga secuencia de acontecimientos aleatorios estocásticos que llevaron a nuestra evolución. Ya he mencionado la extinción de los dinosaurios: éste es uno. Veamos otro: tenemos diez dedos, y por eso usamos la aritmética de base diez. No hay nada especial en uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve y después un cero, salvo que contamos con los dedos. ¿Por qué tenemos diez dedos? Porque hemos evolucionado de un pez devoniano que tenía diez falanges

en sus aletas. Si hubiéramos evolucionado de un pez devónico con doce falanges, tendríamos una aritmética de base doce y la aritmética de base diez sólo sería considerada por los matemáticos.

Eso es cierto a todos los niveles, incluido el bioquímico, hasta tal punto que creo que es razonable decir —dejando de lado algún otro planeta— que si la Tierra volviera a empezar y se dejaran operar sólo factores aleatorios, como que un rayo cósmico cayera sobre un cromosoma produciendo una mutación en el material hereditario, al cabo de unos cuantos miles de millones de años podrían aparecer seres inteligentes. Podríamos encontrar criaturas de gran capacidad ética, artística o teológica, pero no se parecerían en absoluto a los seres humanos. Nosotros somos el producto de una secuencia evolutiva única. Única no quiere decir mejor; sólo quiere decir única. En otra parte, con un entorno diferente, una necesidad diferente de adaptarse a condiciones cambiantes, una secuencia diferente de acontecimientos aleatorios, incluidos acontecimientos aleatorios genéticos, no encontraríamos nada parecido a un ser humano.

¿Y sobre la religión? ¿Qué decir de la idea de que estamos hechos a imagen y semejanza de Dios? ¿Es también un fracaso de la imaginación? ¿Qué queremos decir cuando decimos que estamos hechos a imagen de Dios? ¿Pensamos, por ejemplo, que Dios tiene orificios nasales y respira? Si es así, ¿qué respira? ¿Aire? ¿Dónde está el aire? ¿Aire con oxígeno? Ningún otro planeta del Sistema Solar tiene oxígeno salvo la Tierra. ¿Por qué circunscribir a Dios a algunos sitios? ¿Para qué necesita orificios nasales? ¿Y ombligo? ¿Tiene Dios ombligo? ¿Y tiene pelo? ¿Y un apéndice vermiforme? ¿Tiene dedos en los pies? Los dedos de los pies son claramente el resultado de la vida de nuestros antepasados en el bosque alto, balanceándose de rama a rama. Es muy bueno tener cuatro extremidades que pueden agarrarse a los árboles. No tuvimos dedos de los pies hasta ese momento concreto de transición. El dedo gordo es bueno para el equilibrio; el pequeño no sirve

prácticamente para nada. Es sólo un accidente evolutivo. ¿El apéndice vermiforme? Igualmente inútil. Va camino de desaparecer.

Arthur Clarke ha dicho que la ortodoxia cristiana es demasiado estrecha y tímida para lo que es probable encontrar en la búsqueda de vida extraterrestre. Que la doctrina del hombre hecho a imagen y semejanza de Dios está funcionando como una bomba de relojería en la base del cristianismo, preparada para explotar si se descubren otras criaturas inteligentes. No estoy en absoluto de acuerdo. Yo creo que el único sentido que podemos dar a la frase «hechos a imagen de Dios» es que hay una sensación de afinidad intelectual entre nosotros y organismos superiores, si es que los hay

Las mismas leyes de la física son aplicables en todas partes. Si imaginamos que esos seres extraterrestres pueden enviarnos mensajes de radio, será porque ellos y nosotros tengamos algo en común. Tiene que ser así. El simple acto de recibir el mensaje significaría que tenemos en común la radiotecnica. Tenemos también la mecánica cuántica. Tenemos la física atómica. Tenemos la gravitación newtoniana. Estas leyes de la naturaleza tienen aplicación en todas partes del universo. No es cuestión de cómo es nuestra biología. No es cuestión de la secuencia de acontecimientos que llevan a tener una civilización técnica. El simple hecho de tener una civilización técnica significa que hasta cierto punto hemos entendido cómo el universo es en realidad y, por tanto, en ese sentido y sólo en ese sentido, creo, tiene sentido hablar de esta afinidad entre seres superiores y nosotros mismos.



Folclore extraterrestre: implicaciones para la evolución de la religión

Considero que la idea de la inteligencia extraterrestre es un tema de importancia filosófica, científica e incluso histórica. Si tuviéramos la suerte de recibir una señal de inteligencia extraterrestre, creo que no hay duda de que sería un acontecimiento histórico extremadamente significativo. Y si, por otro lado, realizáramos una búsqueda exhaustiva y completa sin obtener resultado alguno, también valdría la pena saberlo. Nos diría algo sobre la rareza y el valor de la vida inteligente y también, creo, tendría una importancia extrema y unas consecuencias sociales beneficiosas. Así pues, la búsqueda de vida extraterrestre es una de las pocas circunstancias en que tanto el éxito como el fracaso podrían considerarse un triunfo desde todos los puntos de vista.

En consecuencia, no me opongo a la idea de que nos visiten los extraterrestres. Si nosotros husmeamos en nuestro Sistema Solar, si somos capaces, como lo somos, de enviar nuestras naves espaciales no sólo a los demás planetas de nuestro Sistema Solar sino más allá, hacia las estrellas, seguro que si existen otras civilizaciones miles o millones de años más avanzadas que la nuestra, tienen que ser capaces de efectuar vuelos espaciales interestelares mucho más fácil y rápidamente.

Y no niego en absoluto que sea una posibilidad. Sólo me gustaría destacar que el esfuerzo económico es mucho menor en la

comunicación por radio que en la comunicación directa mediante naves interestelares. Puede emitirse a millones o miles de millones de mundos simultáneamente, con rapidez y a bajo precio, de modo que, incluso para una civilización muy avanzada, sería mucho más difícil y costoso hacerlo por medio de naves interestelares. Sin embargo, es indudable que no puede excluirse la posibilidad de que la Tierra reciba una visita o que la haya recibido en el pasado, pero precisamente porque lo que está en juego es mucho, precisamente porque se trata de una cuestión que despierta intensas emociones, exigiríamos los niveles de evidencia más escrupulosos.

Hoy quiero comentar dos hipótesis modernas que creo que sería adecuado calificar de folclore: la antigua hipótesis de los astronautas y la de los ovnis u objetos voladores no identificados, para después intentar relacionarlas con la historia de las religiones ligeramente más convencionales.

La antigua hipótesis de los astronautas fue eficazmente popularizada por un hotelero suizo llamado Erich von Däniken, cuyas obras, la primera de las cuales se llamaba *Chariots of the Gods?* [*La guerra de los carros de fuego*] (el interrogante se suprimió en las ediciones siguientes), tuvieron mucho éxito a finales de las décadas de 1960 y 1970, vendiendo decenas de millones de ejemplares en todo el mundo de toda la serie.

La hipótesis fundamental de Von Däniken era que en la arqueología, el folclore y la mitología de muchas civilizaciones de la Tierra había determinados indicios de contactos de seres extraterrestres con la Tierra. En principio no se trata de una teoría absurda, pero la aceptación de la hipótesis depende de la calidad de las pruebas y, desgraciadamente, su nivel era en extremo pobre, y en muchos casos inexistente. Así, por poner un ejemplo (y les aseguro que no intento hacer una parodia de la teoría al describirla), lo que dice Von Däniken de las pirámides de Egipto es lo siguiente: las pirámides de Egipto están construidas con bloques individuales, paralelepípedos rectangulares, cada uno de los

cuales pesa aproximadamente veinte toneladas. «Veinte toneladas», dice. Eso es realmente mucho peso. Era imposible que una persona levantara un bloque de veinte toneladas, y menos todavía los muchos bloques que forman una pirámide, por tanto, se necesitaba un equipo de construcción moderno y, entre los años 2000 y 3000 a. J. C., sólo podía tratarse de labor extraterrestre. Así pues, los extraterrestres existen.

Bien, podemos ver que este argumento ignora determinados hechos. Aunque no supiésemos nada de arqueología egipcia, podríamos imaginar cómo se hacía para construir grandes edificios mediante un gran número de personas. (La Biblia, al fin y al cabo, se refiere a ambiciosos proyectos de construcción, como por ejemplo la enorme Torre de Babel.) Después buscamos pruebas internas, o incluso leemos a Heródoto, que habla de las técnicas egipcias de construcción de pirámides, y encontramos una explicación totalmente coherente y perfectamente natural. En realidad, hay muchas, algunas de las cuales son enviar balsas Nilo arriba, utilizar rodillos para mover los bloques o extraer el material. En algunos bloques clave incluso había inscripciones que dicen algo así como «¡Dios mío, lo conseguimos!», firmado «Equipo Tigre Once», lo que parece un alivio poco probable para un ser que viajara sin esfuerzo por el espacio interestelar. Sabemos, además, que la primera pirámide que se construyó se derrumbó, y que en la segunda, a medio construir, redujeron la pendiente de los lados, porque habían aprendido la lección de la primera, la que se les había caído. Es muy poco probable que una civilización extraterrestre que viajara por el espacio cometiera el error de superar el plano de sustentación.

Von Däniken explica también que en el Perú, en las llanuras de Nazca, hay grandes dibujos en el desierto que sólo pueden verse adecuadamente desde una gran altura. No representan nada extraordinario en sí mismos: patos, cóndores y otros animales y vegetales naturales. Pero Von Däniken se pregunta qué motivo podía tener nadie para construir algo que sólo se ve des-

de una gran altura, y de ello deduce no sólo que había seres en lo alto para verlo, sino que esos seres dirigían la construcción y decían: «Un poco más a la izquierda.» Bueno, en los partidos de fútbol es habitual que se ofrezca a los espectadores un cuadrado de cartón con el fragmento de una frase o letras para que, en el momento apropiado, todo el mundo levante su cartón y, desde una gran distancia, se lea alguna frase normalmente relacionada con la esperanza de victoria del equipo local. Sin embargo, nadie deduce de ello una intervención extraterrestre.

Von Däniken también vio que en el Pacífico, en la isla de Pascua, había una serie de inmensos monolitos de piedra de cara al mar, todos los cuales son excesivamente pesados para ser levantados por una o dos personas y todos los cuales, como dijo Jacob Bronowski, son clavados a Benito Mussolini. La piedra fue extraída a una considerable distancia, en esta pequeñísima isla y, nuevamente, Von Däniken deduce que están hechos por extraterrestres partiendo de la base de que no cabe imaginar cómo una gente que vivió antes de la Revolución industrial pudo cortar, transportar y erigir esos monolitos. Y, sin embargo, años antes de que Von Däniken escribiera eso, Thor Heyerdahl había ido a la isla de Pascua y, con un pequeño equipo que utilizaba las herramientas más sencillas, había transportado y levantado uno de esos monolitos, que encontraron caído. El método de erección consistía simplemente en meterle tierra y piedras debajo hasta que el monolito alcanzaba un ángulo elevado y finalmente se ponía en pie.

Von Däniken presenta muchos argumentos parecidos, la mayor parte de los cuales tienen aún menos plausibilidad que los que acabo de presentar. Yo he explicado algunos de sus mejores casos. Fundamentalmente, lo que Von Däniken hace es menospreciar a nuestros antepasados, partir de la base de que la gente que vivía hace miles o incluso cientos de años simplemente era demasiado estúpida para calcular nada y, desde luego, para trabajar juntos durante un período de tiempo y construir algo de

dimensiones monumentales. Sin embargo, la gente de hace cientos o miles de años, no era menos inteligente que nosotros, ni menos hábil. Quizá, en cierto modo, eran más capaces de trabajar juntos. Su teoría es absurdamente engañosa. ¿Cómo puede entenderse, pues, que algo tan engañoso tuviera tanto éxito (aunque hoy en día ya no se oye hablar de antiguos astronautas)? Es una pregunta interesante.

Creo que la respuesta está clarísima. El atractivo emocional de Von Däniken era de lo más lógico: era la esperanza de que los extraterrestres vinieran a salvarnos de nosotros mismos. Si habían intervenido muchas veces en la historia humana, era probable que en aquel momento, un momento en las décadas de 1960 y 1970 de crisis profunda y con cincuenta y cinco mil armas nucleares, los extraterrestres pudieran venir e impedir que nos hiciéramos daño los unos a los otros. Y, en este sentido, considero que es una doctrina extremadamente peligrosa, porque cuanto más confiemos en que la solución vendrá de fuera, menos probable es que resolvamos nuestros problemas por nosotros mismos.

Pero los antiguos astronautas son sólo un aspecto secundario, un codicilo menor de la principal doctrina sobre ese tema del siglo xx, que son los platillos volantes u objetos voladores no identificados. Y aquí tenemos no sólo los escritos de media docena de personas sino una empresa colectiva que involucra a una gran cantidad de personas de todo el mundo y cerca de un millón de avistamientos desde 1947, cuando se acuñó por primera vez el término «platillo volante».

La mitología oficial es bastante sencilla: lo que se ve es un mecanismo de diseño y manufactura exóticos en el cielo, a veces haciendo cosas que las máquinas de manufactura terrestre no pueden hacer. Más raramente, desembarcan seres exóticos que entablan conversación con los terrestres, capturan gente de la Tierra, los someten a extravagantes exámenes médicos, los llevan a otros planetas y, ocasionalmente, mantienen relaciones sexua-

les con ellos que tienen como resultado criaturas plenamente humanas: una hazaña menos probable —si recordamos la evolución darwinista—, que el apareamiento con éxito de un hombre y una petunia.

¿Qué necesitaríamos para que nos convencieran si nuestro punto de vista es modestamente escéptico? No necesitaríamos un millón de casos. No creo que necesitésemos más de uno, siempre que fuera absolutamente consistente. Necesitaríamos que se nos demostrara ese caso consistente con fiabilidad y que al mismo tiempo fuera muy extraño. No basta con que varios centenares de personas vean, cada una por su cuenta, como una luz en el cielo. Una luz en el cielo puede ser cualquier cosa. Tiene que ser algo mucho más concreto, más específico. Por otro lado, también es insuficiente que, por ejemplo, un objeto metálico de veinte metros de diámetro y forma de plato aterrice en el jardín de un barrio de Long Island y, de una puerta que se abre sola (hay una fascinación con las puertas que se abren solas en estas historias), salga un robot de cuatro metros de altura que acaricia al gato, coge una flor, saluda al sorprendido dueño de la casa y después desaparece por la misma puerta, que se cierra sola, y el aparato se eleva alejándose. Si sólo lo ha visto una persona, como el gato es incapaz de corroborar el testimonio, para mí no es un caso convincente. Necesitaríamos que los ejemplos fueran contados de manera extremadamente fiable y, al mismo tiempo, que fueran en extremo raros.

He dedicado una gran cantidad de tiempo, aunque no recientemente, a casos de ovnis, pensando que, dado que me interesaba la vida extraterrestre, tenía la responsabilidad de analizar si el problema se había enfocado mal y los extraterrestres estaban aquí, en cuyo caso, mis colegas y yo, desde luego, nos ahorraríamos muchos esfuerzos. Pasé un tiempo en un comité formado por las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos para analizar las informaciones y entrevistar a algunos de los protagonistas de los casos más famosos, y déjenme explicarles mis impresiones generales.

De ningún modo están identificados todos los casos de ovnis ni se ha establecido qué son. En algunos de ellos, la información es demasiado escasa e imprecisa, y otros son tan misteriosos que no pueden considerarse válidos. Pero les daré unas pistas de las comunicaciones más habituales sobre ovnis que se han comprobado y de los que sabemos de qué se trata:

La Luna. Se podría pensar que es imposible que alguien pueda confundir la Luna con una nave espacial extraterrestre, pero hay muchos casos en los que no sólo ha sido así sino que, según el informante, la Luna lo ha seguido e incluso acosado.

Auroras boreales; estrellas brillantes; planetas brillantes, especialmente en condiciones meteorológicas poco convencionales; vuelos de insectos luminiscentes; niebla baja, un automóvil subiendo una montaña con los faros moviéndose rápidamente a través de la niebla; globos sonda meteorológicos.

Hubo un caso famoso en que una luciérnaga quedó atrapada entre dos cristales en la ventana de la cabina de un avión y los pilotos, por radio, explicaron los fantásticos giros en ángulo recto que aquella luz describía, cómo desafiaba las leyes de la inercia, y a velocidades que estimaban fantásticas. Lo imaginaban a gran distancia cuando lo tenían delante de la nariz.

Nubes noctilucientes y lenticulares, nubes en forma de lente, aviones convencionales con luces poco convencionales. Aviones poco convencionales.

Después hay una inmensa categoría de fraudes. En cuanto la gente se dio cuenta de que informando de haber visto un ovni su nombre salía en el periódico, se empezaron a declarar muchos más casos de avistamiento de ovnis que antes, y algunos lo hacían como diversión, pero otros no. Un caso famoso fue el de una serie de bolsas de plástico de lavandería colocadas de manera que formaban una capucha alrededor de varias velas y que se elevaron como pequeños globos de aire caliente. Esta tecnología tan primitiva llevó a cientos de personas a comunicar que habían visto ovnis que hacían maniobras, según decían, imposibles. Es de-

cir, hay fraude, más algunas malas interpretaciones o comunicaciones sesgadas, y el resultado es algo extraordinariamente raro, pero se trataba sólo de luces que se movían de manera extraña. Ésta es una de las razones por las que un simple movimiento de luces es insuficiente.

Después hay casos así llamados de alta evidencia. Fotografías, por ejemplo. Una de las primeras fotografías de ovnis de finales de la década de 1940 fue la de un hombre llamado George Adamski, que era un entusiasta del espacio y que, en realidad, se identificó a sí mismo en su primer libro como George Adamski de Monte Palomar. Monte Palomar era entonces la sede del telescopio óptico más grande del planeta y George Adamski era propietario de un puesto de hamburguesas en la base del Monte Palomar, y tenía un pequeño telescopio a través del cual fotografiaba maravillas que los astrónomos, confinados en la zona más alta de la montaña, nunca vieron.

Una de sus fotografías más famosas muestra un objeto claramente metálico en forma de plato con tres grandes esferas debajo, que él identificó como el tren de aterrizaje y que más tarde resultó ser una incubadora de pollos suspendida de un hilo. Es uno de esos artefactos que se utilizan para estimular a los polluelos a salir del huevo, y que normalmente utilizan bombillas para calentarlo. Desencadenó una intensa labor detectivesca para determinar qué objeto común había fotografiado de cerca con el fin de ilustrar aquel caso concreto de objeto volador no identificado.

Me parece que ya lo he señalado implícitamente, pero ahora lo haré de manera explícita. No creo que haya ninguna diferencia fundamental entre la promoción de este tipo de engaños y la venta de reliquias de la Edad Media: fragmentos de la Vera Cruz y todo eso. Las motivaciones son casi idénticas.

También hay casos, y Adamski fue uno de ellos, en que la gente no sólo fotografía o ve ovnis, sino que también recibe saludos de sus ocupantes e incluso para subir invitaciones a bordo. Es útil analizar algunos de los casos en retrospectiva. Por ejemplo,

Adamski fue transportado al planeta Venus, donde las condiciones eran muy parecidas a las del Edén. Los extraterrestres hablaban melosamente, paseaban entre riachuelos y flores, llevaban largas túnicas blancas y pronunciaban alentadoras homilías religiosas.

Ahora sabemos que la temperatura de la superficie de Venus es de 480°C. La presión en superficie es de noventa veces la de esta sala. La atmósfera contiene ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y ácido sulfúrico. Por lo tanto, las largas túnicas blancas estarían cuando menos hechas jirones. En retrospectiva, podemos ver que algo falla en esa historia. A lo mejor sólo se equivocó de planeta. Pero uno se queda con la clara impresión de que el relato de Adamski era pura invención.

Es digno de mención que en todo ese millón de casos no haya ni un solo ejemplo de prueba material que soporte siquiera el escrutinio más superficial. Nadie retiró ninguna pieza de la nave espacial con una navaja y la puso en un sobre para llevarla al laboratorio y ver si estaba hecha de alguna extraña aleación. Ninguna fotografía del interior de la nave o de los extraterrestres, ni una página del diario de vuelo del capitán. Sea como sea, en todos los casos no hay ni un solo ejemplo de prueba física concreta. Y mantengo que eso sugiere que estamos delante de una combinación de psicopatología y de fraude consciente combinados con una mala interpretación de fenómenos naturales, pero que en ningún caso es lo que alegan quienes dicen ver ovnis.

Me gustaría contarles un caso concreto porque creo que es un ejemplo de cómo gente con las mejores intenciones del mundo puede ser engañada sin contemplaciones. En algún momento de la década de 1950, un policía de tráfico de Nuevo México conduce por una carretera rural que conoce perfectamente ya que la ha recorrido muchas veces. Para su sorpresa, ve un gran objeto en forma de plato que refleja la luz del sol y que se está posando en el suelo. Se queda asombrado. Se detiene en la cuneta y lo examina. Después se aleja con el coche unas decenas de

metros hasta un teléfono de emergencia que hay junto a la carretera y llama a unos científicos que conoce y que trabajan en el Laboratorio Nacional de Los Alamos. Les dice: «Me acaba de ocurrir algo extraordinario. Es una oportunidad que sólo surge una vez en la vida. Acabo de ver aterrizar un platillo volante. Lo estoy viendo en estos momentos. No he bebido nada. Estoy totalmente despierto y en plena posesión de mis facultades. Si venís inmediatamente con el equipo de observación, tenemos el descubrimiento del siglo.»

La escena es tan convincente que los científicos consiguen un helicóptero y vuelan hasta el lugar. Aterrizan en la carretera, se acercan al policía y... no hay duda, delante de ellos está lo que él ha descrito. Un objeto en forma de plato, metálico, grande, resplandeciendo al sol. Así pues, cargados con el equipo, corren hacia el lugar y, cuando se acercan, ven que hay un granjero trabajando en el campo, totalmente ajeno a aquel gran plato que acaba de aterrizar delante de él. Piensan: «¿Es posible que el plato sea invisible para el granjero y visible para nosotros?» A lo mejor lo han hipnotizado. Se acercan. Finalmente el granjero los ve, aunque no al plato volador, y los increpa. «¿Por qué entran en mi propiedad?» Ellos le contestan: «Por el plato.» «¿Plato? ¿Qué plato?» Se da la vuelta, mira hacia el plato y por lo visto no lo ve. Bueno, después de algunos minutos de confusa discusión, resulta que lo que estaban viendo era un silo para almacenar grano que el propio granjero había construido —he olvidado de qué material era, pero realmente tenía forma de plato— y hacía muchos años que lo utilizaba.

Todo lo que había visto el policía era correcto, salvo un pequeño detalle: tuvo la impresión de que lo había visto aterrizar, aunque no era así. El resto era exacto. Y lo que hay que destacar es que, en un asunto de este tipo, cada eslabón de la cadena tiene que ser correcto. No basta con que sean correctos la mayoría. Si hay un eslabón débil, toda la cadena de argumentación puede derrumbarse.

A veces se dice que la gente que aborda con escepticismo el tema de los ovnis o de los antiguos astronautas, o también algunos tipos de religión revelada, tiene prejuicios. Yo mantengo que no es un prejuicio, sino un posjuicio, es decir, no es un juicio hecho antes de examinar la prueba sino después.

No niego que, en cuanto acabe de leer esto, el lector puede que salga a la calle y se encuentre un platillo volante metálico que ponga al autor en evidencia. Yo aceptaría encantado el posible ridículo por un contacto genuino con una civilización extraterrestre. Pero mantengo que, después de contar con cierta experiencia en estos casos, hay una clara tendencia general y es que, en casos de este tipo, somos enormemente proclives a interpretar y valorar mal. Estamos hablando de algo no muy distinto a lo que se llama un milagro.

La obra definitiva sobre los milagros fue escrita por un célebre filósofo escocés, David Hume. En su libro *Investigación sobre el conocimiento humano*, y en un famoso capítulo titulado «De los milagros», Hume analiza un caso un poco aunque no significativamente diferente.

Cuando alguien me dice que ha visto volver a la vida a un muerto, inmediatamente me pregunto qué es más probable: que esta persona me engañe, que se engañe a sí misma o que el hecho que relata haya sucedido realmente. Comparo un milagro con otro y, según la superioridad que descubro, me pronuncio. Siempre rechazo el milagro mayor. Si la falsedad de este testimonio fuera más milagrosa que el acontecimiento que relata, entonces y no antes, podría contar con mi convencimiento u opinión.

Y otra manera de expresarlo es la de Thomas Paine, uno de los héroes de la Revolución americana, que esencialmente parafrasea a Hume. Dice: «¿Qué es más probable: que la naturaleza salga de su curso o que un hombre cuente una mentira?»

Lo que se dice aquí es que el mero testimonio visual es insuficiente si lo que se cuenta es muy extraordinario. Paine sigue diciendo:

En nuestros tiempos, nunca hemos visto que la naturaleza se salga de su curso. Pero tenemos buenas razones para creer que se han dicho millones de mentiras en el mismo tiempo. En consecuencia, la probabilidad de que el comunicante de un milagro diga una mentira es, al menos, de unos millones a una.

Buen argumento.

Sin ningún género de dudas, es más interesante que ocurran milagros que que no ocurran. Siempre son una historia mejor. Les contaré un caso que viví personalmente. Estaba en un restaurante cerca de la Universidad de Harvard cuando, de pronto, el propietario y la mayoría de los comensales salieron corriendo, con las servilletas todavía en la mano. Me llamó la atención. Salí fuera con todos y vi una luz extraña en el cielo. Como vivía cerca, anduve hasta casa (sin pagar la cuenta, aunque le dije al propietario que volvería), cogí unos prismáticos, volví y con ellos pude ver que la luz eran dos en realidad, que en la parte exterior de cada una de ellas había una luz roja y una verde. La roja y la verde parpadeaban y, como supimos más tarde, era un gran avión meteorológico con dos potentes reflectores para determinar el grado de turbidez de la atmósfera. Les conté a la gente del restaurante lo que había visto. Todos se quedaron francamente decepcionados. Les pregunté por qué. Y todos dieron la misma respuesta. Llegar a casa y decir: «Acabo de ver una nave espacial de otro planeta sobre Harvard Square», es estupendo. En cambio, es francamente vulgar llegar a casa y decir: «He visto un avión con una luz brillante.»

Pero más allá de eso, los milagros nos hablan de todo tipo de hechos religiosos que tenemos un fuerte deseo de creer. Tanto es así que la gente se enfada mucho cuando se desenmascaran los

milagros. Uno de los casos de este tipo más interesantes —y los hay a miles— es el de la Iglesia católica, que dispone de un procedimiento establecido para verificar supuestos milagros. En realidad, de ahí viene la expresión «abogado del diablo». El abogado del diablo es la persona que propone explicaciones alternativas al supuesto milagro para ver hasta qué punto las pruebas son buenas. Tengo delante de mí el recorte de un periódico del mes de junio de hace un año, titulado «Sacerdotes denunciados tras rechazar pretensión de milagro». Transcribo unas cuantas frases:

Stockton, California. Creyentes indignados pusieron una denuncia a una comisión de sacerdotes por ser «un puñado de diablos», cuando éstos concluyeron que las lágrimas derramadas por una imagen de la Virgen en un templo católico rural eran producto de un engaño y no un milagro. Una mujer, Lavergne Pita, estalló en lágrimas cuando se anunciaron las conclusiones el miércoles en la diócesis de Stockton. Manuel Pita protestó diciendo que «estos investigadores no son investigadores. Son un puñado de diablos. ¿Cómo pueden hacer eso?». La información de que la estatua, de cerca de treinta kilos, derrama lágrimas verdaderas y puede desplazarse a diez metros de su hornacina en la iglesia de la Misión Mater Ecclesiae de Thornton, empezó a circular hace dos años. La asistencia a la iglesia se ha triplicado desde entonces. [...] El año pasado, la diócesis nombró una comisión para estudiar los informes. Al anunciar la conclusión de la comisión, el obispo Roger M. Mahoney dijo que los acontecimientos relacionados con la estatua «no responden a los criterios de una aparición autenticada de María, la madre de Jesucristo». La estatua podía haber sido trasladada, las lágrimas podían haberle sido aplicadas. [...] En realidad, nadie dijo que las lágrimas brotaran, simplemente estaban allí, y eran de cola. Uno de los defensores dijo: «Cuando la Virgen se apareció a los niños en Portugal, tampoco los creyeron. Esas cosas suelen suceder a personas humildes con bajos ingresos. Los pobres —añadió—. Estas cosas no son para cualquiera.»

Ahora me gustaría hablarles de uno de los estudios más extraordinarios que conozco sobre este tema, que es uno de los pocos casos en que no ocurrieron supuestos acontecimientos milagrosos pero los que creían en su inminencia fueron estudiados a fondo por un equipo de observadores que se infiltró en un grupo religioso con el fin de llevar a cabo una investigación sociológica. Convencieron al grupo de que estaban con ellos porque también eran creyentes. Es un caso muy interesante, porque las profecías, todas ellas, fracasaron estrepitosamente, y no es el tipo de caso del que solemos oír hablar.

La historia procede de un libro llamado *When Profecy Fails* [Cuando la profecía fracasa] de [Leon] Festinger et al. Fue publicado a mediados de la década de 1960 y se refiere a unos acontecimientos que se produjeron en Minneapolis, Minnesota, a principios de la década de 1950. Una mujer de Minneapolis creía estar recibiendo un mensaje mediante escritura automática. ¿Saben qué es eso de la escritura automática? Le pasa a gente de todo el mundo. Es cuando la mano que sostiene el lápiz o el bolígrafo parece adquirir vida propia y escribe mientras la persona a la que pertenece la mano está dormida o haciendo otra cosa. Hay pocas dudas de que la persona a quien pertenece la mano es responsable de lo que refleja en el papel, pero tiene la sensación fantasmagórica de hacerlo, no inconscientemente, pero sí a partir de una fuente externa. En este caso, la escritura automática era de Jesús —o al menos de una personificación moderna de Jesús—, que residía en un planeta no descubierto llamado Clarion. El mensaje era urgente. Decía que un diluvio inundaría la Tierra (a pesar de la promesa bíblica a Noé) el 21 de diciembre. Cubriría la mayor parte de Estados Unidos y de la Unión Soviética, entre otras naciones, y elevaría los continentes perdidos de la Atlántida y Mu.* Los hombres del espacio del planeta Clarion

* Mu es un continente mítico situado en el océano Pacífico. Aparece en diversas obras literarias. (*N. del t.*)

llegarían antes del diluvio para rescatar a los fieles, los embarcarían en sus platillos volantes y se los llevarían a Clarion.

El grupo que se formó alrededor de la mujer de la escritura automática estaba formado por gente normal, en absoluto perturbada. Uno de los líderes del grupo era un médico que fue examinado por varios psiquiatras, supongo que porque el hecho de que un médico creyese aquello era extraordinario, pero que lo creyesen todos los demás era normal. Lo declararon totalmente sano a pesar de «sostener ideas poco corrientes». El grupo recibió numerosos mensajes —seis u ocho— en los que se les citaba a una hora determinada en un lugar determinado, donde serían recogidos por platillos volantes antes del acontecimiento aunque, y estoy seguro de que no les extrañará, los clarionitas nunca se presentaron. Si lo hubieran hecho, seguro que habríamos oído hablar de ellos. El diluvio en sí nunca tuvo lugar, si bien se registraron terremotos en varias partes del mundo el día de la inundación predicha y los entusiastas del grupo consideraron que aquello era una confirmación parcial del diluvio.

Como pueden imaginar, el fracaso del diluvio del 21 de diciembre provocó cierta consternación en el grupo, pero no lo llevó a la desintegración. Respondieron sin reservas al siguiente mensaje de escritura automática que les decía que tenían que cantar villancicos ante la casa de uno de los líderes, a pesar del frío reinante, como preparación para otra cita con los ovnis, cosa que hicieron, rodeados de una multitud de unos doscientos provocadores y de una fuerza policial desplazada para impedir enfrentamientos. Mostraron gran dedicación y coraje, pero no puede decirse que hicieran gala de una actitud escéptica.

Pues bien, en cuanto a su reacción al hecho de no haber sido recogidos, tenían varias explicaciones que enumeraré aquí: habían entendido mal el mensaje (aunque decía en el inglés más sencillo lo que tenían que hacer y estaba firmado por «Jesús» o «Dios Todopoderoso»). Otra explicación era que no habían sido lo bastante piadosos, que su fe no era lo bastante fuerte; o que todo eso

era solamente una prueba de los extraterrestres para ver hasta qué punto estaban comprometidos y que éstos nunca pensaron en inundar la Tierra, sólo trataban de poner a prueba su fe; o que las predicciones eran totalmente válidas pero que se habían equivocado de fecha (se produciría diez mil años más tarde... un pequeño error); o que la inundación habría tenido lugar pero que la fe del círculo de los fieles impresionó tanto a Dios que intervino en nombre de la humanidad y estábamos todos vivos gracias a que ellos creyeron con la fuerza suficiente.

Todas estas explicaciones no son coherentes entre sí, pero muestran una capacidad notable de invención y una resistencia asombrosa a cambiar una serie de creencias ante la prueba en contra. Con el tiempo, la mayoría de los adeptos se alejaron del movimiento, pero incluso los primeros que se fueron habían mostrado repetidamente una fidelidad heroica ante lo que llamaban «desconfirmación», por no hablar del escepticismo externo. Está claro que el apoyo mutuo dentro del sistema de creencia fue fundamental para el éxito, por corto que fuera, de la fe.

No había ningún líder carismático, ningún bribón ambicioso. Era escritura automática y gente normal. Ciertamente, el grupo trataba de buscar un guía. Creían que los hombres del espacio procedentes de Clarion estaban a su alrededor en los contextos más improbables. Por ejemplo, eran un grupo de jóvenes moteros con chaquetas de piel que había ido a burlarse de ellos, a los que inmediatamente tomaron por ángeles de Clarion. Y, del mismo modo, los miembros del equipo de investigación de ciencias sociales que se habían infiltrado en el movimiento para tratar de entender cómo se originan los movimientos religiosos, también fueron tomados por ángeles de Clarion. Este hecho planteó todo tipo de obstáculos para la necesaria imparcialidad de los científicos respecto al objeto de su estudio.

La mayor parte de aquellas personas habían estado involucradas en otros grupos religiosos dudosos o pseudocientíficos, incluidos clubes de ovnis, espiritistas, dianéticos, que desde en-

tonces se han metamorfoseado en algo llamado cienciología y cosas parecidas. Pero es la propia normalidad de este grupo lo que creo que da algunas ideas reales en cuanto a los orígenes de la religión. Déjenme citar las frases concluyentes de Festinger et al.:

No tenían mucha habilidad para conseguir prosélitos. Sin embargo, es interesante especular qué podrían haber hecho si hubieran sido apóstoles más eficaces. Durante una semana, ocuparon los titulares de toda la nación. Sus ideas no carecían de atractivo popular y recibieron cientos de visitantes, llamadas de teléfono y cartas de ciudadanos seriamente interesados, así como ofertas de dinero que siempre rechazaron. Los acontecimientos conspiraban para ofrecerles una oportunidad realmente magnífica de aumentar en número. Si hubiesen sido más eficaces, la desconfirmación podría haber presagiado el principio y no el final.

Imaginemos que hubieran tenido un líder carismático. O supongamos que, por casualidad, hubiera habido una visión espectacular de ovnis en la época del diluvio predicho; por ejemplo, el vuelo de prueba de un nuevo modelo de avión de las Fuerzas Aéreas. O supongamos que el mensaje que llegó de Clarion no fuera sólo que iba a haber un diluvio sino algo espectacular, algo conmovedor, algo que conectase a una minoría oprimida de Estados Unidos o de donde fuera. En tal caso, creo que podemos entrever la posibilidad de que la religión de Clarion se hubiera convertido en algo mucho mayor. Si observamos las religiones recientes —y permítanme que me limite a las que tienen más de un millón de adeptos— encontramos, por ejemplo, una que predicaba con gran convencimiento que el mundo terminaría en 1914. Sin ambigüedades. Y, cuando el mundo no terminó en 1914 (por lo que sabemos, no terminó), no adujeron que, oh, se trataba de un pequeño error aritmético, en realidad era en 2014, y confiaban en no haber incomodado a nadie. No dijeron que, bueno, el

mundo debería haber terminado, pero como dieron muestras de tanta fe, Dios intervino. No. Dijeron, y todavía es el mayor principio de su fe, que el mundo terminó en 1914 y que, simplemente, todavía no nos hemos dado cuenta. Esa religión cuenta con millones de adeptos actualmente en Estados Unidos.

O hay una religión que dice que todas las enfermedades son psicogénicas y que no existen los microorganismos patógenos. Tampoco hay disfunciones celulares causantes de enfermedades. Lo único que la causa es no pensar correctamente, no tener la fe adecuada. No hace falta que les recuerde que hay un corpus significativo de investigaciones médicas que demuestran lo contrario.

Hay una religión que cree que, en el siglo XIX, un ángel preparó una serie de tablas de oro y un ser humano divinamente inspirado las enterró. Las tablas estaban escritas en jeroglíficos egipcios antiguos y contenían una serie de libros hasta entonces desconocidos, parecidos a los del Antiguo Testamento. Desgraciadamente, las tablas no están disponibles para analizarlas hoy en día y, además, hay pruebas concluyentes de fraude consciente en el momento de la fundación de la religión, que llevó, la semana pasada, a la muerte de dos personas en el estado de Utah en relación con algunas cartas antiguas de los fundadores de la religión que discrepaban de la doctrina.

O hay una religión que cree que, si uno tiene bastante fe, puede levitar. Quiero decir que puede flotar en el aire y propulsarse. Tendría muchas aplicaciones prácticas, si fuera verdad. Se trata de principios característicos o aspectos de las religiones modernas.

Y si esto es así, ¿qué pasa con las religiones antiguas? Al fin y al cabo, hay una distancia mucho mayor en el tiempo entre nosotros y aquellas primeras religiones, lo que significa que hay muchas más oportunidades de fraude y de cambiar los detalles inquietantes. Quiero recordarles que la historia se reescribe todo el tiempo. Por poner un ejemplo —y hay muchos—, uno

de los líderes de la Revolución rusa fue un hombre llamado Lev Davidovich Bronstein, también conocido como León Trotsky. Fundó el Ejército Rojo, estableció el sistema moderno de ferrocarriles soviético, fue el fundador y primer editor de *Pravda*, desempeñó un papel destacado tanto en la revolución de 1905 como en la de 1917, pero en la Unión Soviética no existe. No está. No se puede encontrar nada de él. Ni una fotografía. En una historia soviética del mundo en dos volúmenes aparece en dos ocasiones, en las que se destaca lo inapropiado de sus puntos de vista agrícolas. Aparte de eso, no se lo menciona. Simplemente, lo han eliminado de la historia de su propia revolución, en la que desempeñó un papel absolutamente fundamental, sólo inferior quizá al de Lenin. Así pues, imaginemos una religión que se fundó no hace unas décadas sino unos cuantos siglos o milenios, en los que la sabiduría recibida se transmite a través de un pequeño grupo: un reducido número de clérigos. Pensemos en las oportunidades de cambiar hechos inquietantes en el ínterin. David Hume dice:

Los muchos ejemplos de milagros, profecías y acontecimientos sobrenaturales falsificados que se han detectado en todas las épocas por pruebas de lo contrario o porque ellos mismos han puesto en evidencia su absurdidad, demuestran suficientemente la fuerte propensión de la humanidad a lo extraordinario y maravilloso a pesar de que lo razonable sería sospechar de todos los relatos de este tipo. Es raro, podría decir un lector reflexivo, que estos acontecimientos prodigiosos no se produzcan en nuestros días, pero no es raro que los hombres mientan en todas las épocas.

Y entonces, sobre lo que acabo de comentar, dice:

En la infancia de las nuevas religiones, los sabios y los cultos suelen considerar que el asunto es demasiado nimio para merecer su atención o consideración. Y después, cuando quieren de-

tectar el fraude con el fin de sacar del error a las multitudes engañadas, el momento ha pasado, y los documentos y testigos que podrían aclarar el asunto han desaparecido sin posibilidad de recuperación.

Bien, me parece que sólo hay una aproximación concebible a estos asuntos: si tenemos un interés emocional en las respuestas, si queremos creer desesperadamente y si es importante saber la verdad, lo único que se requiere es un análisis comprometido y escéptico. No es muy diferente de comprar un coche usado. Cuando lo hacemos no sólo hay que pensar que necesitamos un coche desesperadamente, también tiene que funcionar. No es suficiente con que el vendedor del coche usado sea muy amable. Lo que generalmente hace uno es comprobar los neumáticos, mirar el cuentakilómetros, levantar el capó. Si no se considera lo bastante experto en motores de automóvil, va a buscar a un amigo que lo sea. Y si hacemos todo esto para algo tan poco importante como es un automóvil, en cuestiones trascendentes referentes a la ética y la moral, al origen del mundo, a la naturaleza de los seres humanos, en estas cuestiones, ¿no deberíamos insistir en hacer al menos un examen igualmente escéptico?

La hipótesis de Dios

Se supone que las Conferencias Gifford abordan el tema de la teología natural. Hace tiempo que por teología natural se entiende el conocimiento teológico que se puede adquirir sólo mediante la razón, la experiencia y el experimento; no a través de la revelación ni la experiencia mística, sino únicamente la razón. Y ésta es, en la larga duración histórica de la especie humana, una visión razonablemente nueva. Por ejemplo, podríamos fijarnos en la frase escrita por Leonardo da Vinci en su cuaderno, que dice: «Quien en una discusión aduce autoridad no utiliza el intelecto sino más bien la memoria,»

Era una afirmación extremadamente heterodoxa a principios el siglo XVI, cuando la mayor parte del conocimiento derivaba de la autoridad. El propio Leonardo tuvo muchos encontronazos de este tipo. Durante un viaje a los Apeninos, descubrió en la cima de una montaña los restos fosilizados de moluscos que normalmente vivían en el fondo del mar. ¿Cómo llegaron allá arriba? La sabiduría teológica convencional decía que el Diluvio Universal de Noé había inundado las cimas de las montañas y arrastrado hasta allí las almejas y las ostras. Leonardo, recordando que la Biblia dice que el diluvio duró sólo cuarenta días, intentó calcular si era tiempo suficiente para transportar los moluscos monte arriba, aunque las cimas de las montañas quedaran

inundadas. ¿Durante qué fase del ciclo vital del molusco había sido depositado?, y así sucesivamente. Llegó a la conclusión de que no podía ser y propuso una alternativa bastante osada; a saber, que en el transcurso de un largo espacio de tiempo geológico, las cimas de las montañas habían ascendido del fondo de los océanos. Aquello planteaba todo tipo de dificultades teológicas, pero era la respuesta correcta, como creo que es justo decir que ha quedado definitivamente demostrado en nuestra época.

Si vamos a hablar de la idea de Dios y limitarnos a argumentos racionales, probablemente sea útil saber a qué nos referimos al decir «Dios». No es tarea fácil. Los romanos llamaban ateos a los cristianos. ¿Por qué? Bien, los cristianos tenían una especie de dios, pero no era un dios real. No creían en la divinidad de los emperadores glorificados o de los dioses del Olimpo. Tenían un tipo de dios peculiar, diferente. Por tanto, lo fácil era llamar ateos a los que creían en un dios diferente. Y esta tendencia general a considerar ateo al que no cree exactamente lo mismo que yo, prevalece en nuestro tiempo.

Hay toda una constelación de características en las que pensamos generalmente en Occidente, o más bien en la tradición judéo-cristiano-islámica, cuando pensamos en Dios. Las diferencias fundamentales entre el judaísmo, el cristianismo y el islam son triviales comparadas con las similitudes. Pensamos en un ser omnipotente, omnisciente, compasivo, que creó el universo, que responde a las plegarias, que interviene en los asuntos humanos, etcétera.

Pero supongamos que hubiera pruebas concluyentes de la existencia de un ser que tuviera algunas pero no todas estas propiedades. Supongamos que, de algún modo, se demostrase que hubo un ser que creó el universo pero que es indiferente a las plegarias... O, peor, un dios que se desentiende totalmente de la existencia humana. Es un dios muy parecido al de Aristóteles. ¿Sería Dios o no? Supongamos que fuera alguien omnipotente pero no omnisciente, o viceversa. Supongamos que este dios en-

tendiera las consecuencias de sus acciones pero que fuera incapaz de influir en toda una serie de cosas, por lo que estaría condenado a un universo en el que sus fines últimos no podrían cumplirse. Casi nunca se piensa o se habla de este tipo de dioses alternativos. A priori no hay razón alguna por la que no puedan ser tan probables como los dioses más convencionales.

Y el tema se vuelve más confuso todavía porque teólogos destacados como Paul Tillich, por ejemplo, que pronunció las Conferencias Gifford hace muchos años, negó explícitamente la existencia de Dios, al menos como potencia sobrenatural. Bueno, si un teólogo valorado (y sin duda no es el único) niega que Dios sea un ser sobrenatural, a mí el asunto se me antoja más bien confuso. La serie de hipótesis que subyace bajo la palabra «Dios» es inmensa. Una ingenua visión occidental de Dios es la de un hombre inmenso, de piel clara, con una larga barba blanca, que se sienta en un gran trono y lleva la cuenta hasta de cada gorrión muerto.

Comparemos esta visión con una bastante diferente de Dios, propuesta por Baruch Spinoza y Albert Einstein, una segunda clase de dios al que ellos consideraban Dios. Einstein interpretaba constantemente el mundo en función de lo que Dios haría o dejaría de hacer, pero por Dios entendía algo no muy diferente a la suma total de las leyes físicas del universo; es decir, la gravitación, más la mecánica cuántica, más las magníficas teorías del campo unificado, más unas cuantas cosas más, para él equivalían a Dios. Y lo que querían decir con todo eso es que había una serie de principios físicos, extraordinariamente poderosos, que parecían explicar mucho sobre un universo que de otro modo era inexplicable. Leyes de la naturaleza, como he dicho antes, que se aplican no sólo en el ámbito local, no sólo en Glasgow, sino más lejos: en Edimburgo, Moscú, Pekín, Marte, Alfa Centauri, en el centro de la Vía Láctea, y en los quásares más distantes conocidos. Que las mismas leyes de la física puedan aplicarse en todas partes es muy remarcable. Sin duda, eso representa un poder ma-

yor que ningún otro. Supone una regularidad inesperada en el universo. No había necesidad de que fuera así. Podía haber ocurrido que cada provincia del cosmos tuviera sus propias leyes de la naturaleza. No era evidente desde el principio que las mismas leyes tuvieran que regir en todas partes.

Sería totalmente insensato negar la existencia de leyes de la naturaleza y, si es de esto de lo que hablamos cuando decimos Dios, no hay posibilidad alguna de ser ateo, o al menos alguien que profesase el ateísmo tendría que dar un argumento consistente de por qué las leyes de la naturaleza son inaplicables. Y creo que se vería en apuros para lograrlo.

Así pues, según esta segunda definición de Dios, todos creemos en Dios. La primera definición es mucho más dudosa. Y hay una amplia gama de otros tipos de dioses. Y, en todo caso, debemos preguntarnos: «¿De qué tipo de dios hablamos y qué prueba hay de que este dios existe?»

Sin duda, si nos ceñimos a la teología natural, no basta con decir: «Creo en este tipo de dios, porque es lo que me dijeron cuando era joven», porque a otros les hablaron de otras religiones bastante diferentes que contradicen las de mis padres. Por tanto, no todos podemos tener razón y, en realidad, todos podemos estar equivocados. No cabe duda de que muchas religiones diferentes son contradictorias entre sí. No es que no sean perfectos simulacros una de otra sino que se contradicen escandalosamente.

Pondré un ejemplo sencillo, aunque hay muchos. En la tradición judeo-cristiano-islámica, la edad del mundo es un número finito de años. Contando las generaciones del Antiguo Testamento se llega a la conclusión de que el mundo tiene mucho menos de diez mil años. En el siglo XVII, el arzobispo de Armagh, James Ussher, hizo el esfuerzo valiente, pero fundamentalmente defectuoso, de contarlos con exactitud. Llegó a la fecha específica en que Dios creó el mundo: fue el 25 de octubre de 4004 antes de Cristo, un domingo.

Pensemos otra vez en todas las posibilidades: mundos sin dioses, dioses sin mundos, dioses creados por dioses preexistentes, dioses que siempre han estado aquí, dioses que nunca mueren, dioses que mueren, dioses que mueren más de una vez, diferentes grados de intervención divina en los asuntos humanos; ningún profeta, uno, o muchos; ningún salvador, uno, o muchos; ninguna resurrección, una, o muchas; ningún dios, uno, o muchos. Y cuestiones relacionadas con los sacramentos, la mutilación religiosa y la escarificación, el bautismo, las órdenes monásticas, las expectativas ascéticas, la presencia o ausencia de vida después de la muerte, días para comer pescado, días para no comer en absoluto, cuántas vidas después de la vida tenemos por delante, justicia en este mundo, en el próximo, o en ninguno en absoluto, reencarnación, sacrificio humano, prostitución en el templo, yihads, y así sucesivamente. Hay una inmensa variedad de cosas en las que la gente cree. Las diferentes religiones creen diferentes cosas. Cada opción religiosa es una caja de sorpresas. Y está claro que hay más combinaciones y alternativas que religiones, aunque en la actualidad haya algo así como unos cuantos miles de religiones en el planeta. En la historia del mundo, probablemente ha habido muchas decenas, quizá centenares de miles, si pensamos en nuestros antepasados cazadores-recolectores, cuando la comunidad humana corriente era de unas cien personas o así. En aquel tiempo, había tantas religiones como grupos de cazadores-recolectores, aunque las diferencias entre ellas probablemente no eran grandes. Pero nadie lo sabe, porque por desgracia no tenemos prácticamente conocimiento de lo que han creído nuestros antepasados durante la mayor parte de la existencia del hombre en este planeta, porque la tradición oral no es de fiar y la escritura no se había inventado.

Así pues, considerando esta serie de alternativas, algo que se me ocurre y que me asombra es que, cuando alguien tiene una experiencia de conversión religiosa, casi siempre es a la religión o a una de las religiones en las que se cree principalmente en su co-

munidad. ¡Sin embargo, hay tantas posibilidades! Por ejemplo, es muy raro en Occidente que alguien tenga una experiencia de conversión a una religión en la que la principal deidad tenga cabeza de elefante de color azul. Es bastante raro. Pero en la India hay un dios azul con cabeza de elefante que tiene muchos devotos, y no es tan raro ver pinturas de este dios. ¿Cómo es que la aparición de dioses elefantes está limitada a la India o a sitios donde hay una fuerte tradición hindú? ¿Cómo es que las apariciones de la Virgen María son comunes en Occidente pero raramente se producen en lugares de Oriente en los que no hay una importante tradición cristiana? ¿Por qué los detalles de las creencias religiosas no cruzan barreras culturales? Es difícil de explicar, a no ser que los detalles estén totalmente determinados por la cultura local y no tengan nada que ver con algo externamente válido.

Dicho de otro modo, cualquier predisposición a la creencia religiosa puede verse poderosamente influida por la cultura indígena, viva uno donde viva. Especialmente si los niños están expuestos desde muy pequeños a una serie concreta de doctrinas, música, arte y ritual, es algo tan natural para ellos como respirar, motivo por el cual las religiones hacen tantos esfuerzos para atraer a los más jóvenes.

O contemplemos otra posibilidad. Supongamos que surge un nuevo profeta que declara haber recibido una revelación de Dios que infringe las revelaciones de todas las religiones previas. ¿Cómo va a decidir la persona media, alguien que no ha tenido la fortuna de recibir personalmente la revelación, si esa nueva revelación es válida o no? La única manera fiable es a través de la teología natural. Uno tiene que preguntarse: «¿Cuál es la prueba?» Y no es suficiente decir: «Bueno, hay una persona extremadamente carismática que dice que ha tenido una experiencia de conversión.» Eso no basta. Hay muchas personas carismáticas que tienen todo tipo de experiencias de conversión excluyentes entre sí. No todas pueden ser ciertas. Algunas tienen que ser

erróneas. Muchas de ellas tienen que ser erróneas. Incluso es posible que lo sean todas. No podemos depender totalmente de lo que dice la gente. Tenemos que mirar cuáles son las pruebas.

Quiero pasar ahora al tema de las supuestas pruebas de la existencia de Dios. Me centraré sobre todo en Occidente, pero, para mostrar un espíritu ecuménico, empezaremos con algunas pruebas hindúes, que en muchos aspectos son tan sofisticadas y desde luego más antiguas que las occidentales.

Udayana, un lógico del siglo XI, tenía un conjunto de siete pruebas de la existencia de Dios. No las comentaré todas; sólo intentaré transmitir su sentido. Por cierto, el tipo de dios del que habla Udayana no es exactamente el mismo, como podemos imaginar, que el dios judeo-cristiano-islámico. Su dios lo sabe todo y es imperecedero, pero no necesariamente omnipotente ni compasivo.

En primer lugar, Udayana razona que todas las cosas deben tener una causa. El mundo está lleno de cosas; algo tiene que haberlas creado. Este argumento es muy similar al occidental que plantearemos en seguida.

En segundo lugar, una teoría no oída en Occidente, es la de las combinaciones atómicas. Es bastante sofisticada. Dice que, al principio de la Creación, los átomos tuvieron que unirse uno a otro para construir cosas mayores y que esa unión de átomos siempre requiere la intervención de un agente consciente. Bien, ahora sabemos que eso es falso. O sabemos al menos que hay leyes de interacción atómica que determinan cómo se unen los átomos. Es una disciplina llamada química. Se podría decir que se debe a la intervención de una deidad, pero desde luego no requiere la intervención directa de una deidad. Lo único que tiene que hacer la deidad es determinar las leyes de la química y retirarse.

En tercer lugar está el argumento de la suspensión del mundo. El mundo no está cayendo, como se ve a simple vista. No estamos volando a toda velocidad por el espacio, aparentemente, y

por tanto algo sostiene el planeta, y ese algo es Dios. Bueno, se trata de una visión bastante natural de las cosas. Está relacionada con la idea de que estamos quietos y en el centro del universo, un error que han cometido todos los pueblos de todo el mundo. En realidad, sí estamos cayendo, y a una velocidad increíblemente alta en órbita alrededor del Sol; cada año recorremos 2 pi veces el radio de la órbita de la Tierra. Si lo calculamos, veremos que es extremadamente rápido.

La cuarta es una teoría basada en la existencia de las aptitudes humanas. Y está muy cerca del argumento de Von Däniken de que, si alguien no nos enseñase a hacer las cosas, no sabríamos cómo hacerlas. Creo que hay muchos argumentos contra esto.

Después está la existencia de un conocimiento fidedigno al margen del conocimiento humano. ¿Cómo sabríamos cosas que están, por ejemplo, en los Vedas, los libros sagrados hindúes, si no las hubiera escrito Dios? La idea de que los humanos fueran capaces de escribir los Vedas era difícil de aceptar para Udayana.

Bien, ya tenemos una idea de sus argumentos, que nos demuestran que hay un deseo humano dominante de dar una explicación racional a la existencia de Dios o dioses, y también que el razonamiento en que se basan no siempre es acertado. Pasemos ahora a alguno de los argumentos occidentales, que es muy posible que sean archisabidos para todos, en cuyo caso me disculpo.

En primer lugar, tenemos el argumento cosmológico, que no es muy diferente del que acabamos de oír. El argumento cosmológico en Occidente se relaciona esencialmente con la causalidad. Estamos rodeados de cosas; todas estas cosas fueron causadas por otra cosa, y así, al cabo de un rato nos encontramos remontándonos a tiempos y causas remotas. Como no podemos seguir así siempre, con una regresión infinita de causas, como argumentaban Aristóteles y después Tomás de Aquino, tenemos que llegar por tanto a una primera causa sin causa. Algo que lo empezó todo y que no fue causado; es decir, que siempre estuvo ahí, y este algo se define como Dios.

Aquí hay dos hipótesis en conflicto, dos hipótesis alternativas. Una es que el universo siempre estuvo ahí y la otra es que Dios siempre estuvo ahí. ¿Por qué se hace inmediatamente obvio que una de ellas es más probable que la otra? O, dicho de otro modo, si decimos que Dios hizo el universo, es razonable preguntar: «¿Y quién hizo a Dios?»

Prácticamente todos los niños formulan esa pregunta y normalmente los padres los hacen callar y les dicen que no pregunten cosas embarazosas. Pero ¿por qué decir que Dios hizo el universo y no preocuparse por saber de dónde vino Dios es más satisfactorio que decir que el universo siempre estuvo ahí?

En la astrofísica moderna hay dos puntos de vista enfrentados. En primer lugar, y no tengo ninguna duda, y creo que coincido en eso con casi todos los astrofísicos, está la prueba de la expansión del universo, la recesión mutua de las galaxias y de lo que se llama radiación de fondo cósmica, cuyo espectro es el de un cuerpo negro a una temperatura de tres grados, todo ello sugiere que hace algo así como 13 o 15 mil millones de años toda la materia del universo estaba comprimida en un volumen extremadamente pequeño, que algo que probablemente pueda llamarse una explosión ocurrió en aquel tiempo, y que la expansión subsiguiente del universo y la condensación de la materia dio lugar a galaxias, estrellas, planetas, seres vivos, y todo el resto de detalles del universo que vemos a nuestro alrededor.

Ahora bien, ¿qué pasó antes? Hay dos opiniones. Una es: «No debe hacerse esta pregunta», que es casi como decir que lo hizo Dios. Y la otra es que vivimos en un universo oscilante en el que hay un número infinito de expansiones y contracciones.*

Estamos aproximadamente a 15.000 millones de años de la

En 1998, dos equipos internacionales de astrónomos informaron independientemente de un indicio inesperado de que la expansión del universo se está acelerando. Estos descubrimientos sugieren que el universo no está oscilando sino que seguirá expandiéndose siempre.

última expansión, y digamos que, dentro de unos 80.000 millones de años la expansión terminará y será reemplazada por una compresión, y toda la materia se reducirá a un volumen muy pequeño y después se volverá a expandir sin que, en el proceso de expansión, se filtre información por los vértices.

La primera de estas opiniones, casualmente, resulta próxima a la cosmovisión judeo-cristiana-islámica, y la segunda a las creencias hindúes más usuales. Y así, si uno quiere, puede pensar que los distintos contenidos de estas dos opiniones religiosas principales libran su batalla en el campo de la astronomía de satélites contemporánea. Porque ahí es donde probablemente se decidirá la respuesta a estas preguntas: ¿Hay suficiente materia en el universo para impedir que la expansión continúe para siempre, de modo que la gravitación detenga la expansión y fuerce una contracción? ¿O no hay la suficiente como para detener la expansión y, por tanto, el universo se seguirá expandiendo para siempre? Se trata de una cuestión experimental, y es muy probable que tengamos una respuesta en nuestro período de vida. Subrayo que esto se aleja de la aproximación teológica habitual, donde nunca puede hacerse un experimento para dilucidar un tema en discusión. Aquí hay uno, pero no debemos emitir aún juicios. Lo único que tenemos que hacer es mantener cierta tolerancia hacia la ambigüedad hasta que tengamos más datos, lo que puede ocurrir en una década o menos. Es posible que el telescopio espacial Hubble, que está previsto lanzar el próximo verano, proporcione la respuesta a esta pregunta. No está garantizado pero es posible.*

Acercas de la cuestión de quién es más antiguo, Dios o el universo, nos hallamos en realidad ante una matriz de tres por tres: Dios puede haber existido siempre pero no existirá para siempre. Es decir, Dios podría no tener un principio pero sí podría tener un final. Dios podría tener un principio pero no un final. Dios po-

* Los telescopios con base en la Tierra proporcionaron la respuesta en 1998. Véase la nota anterior.

dría no tener principio ni final. Y lo mismo para el universo. El universo podría ser infinitamente viejo, pero tener un final. El universo podría haber empezado hace un tiempo finito pero durar para siempre, o podría haber existido siempre y no terminar nunca. Estas son las posibilidades lógicas. Y es curioso que los mitos humanos contemplen algunas de estas posibilidades pero no otras. Pienso que en Occidente está bastante claro que hay un modelo de ciclo de vida humano o animal que ha sido extrapolado al cosmos. Es natural creerlo así, pero al cabo de un rato, me parece que sus limitaciones quedan claras.

También debería decir algo sobre el Segundo principio de la termodinámica. Un argumento que a veces se utiliza para justificar una creencia en Dios es que el Segundo principio de la termodinámica dice que el universo como un todo se agota; es decir, la cantidad total de orden en el universo debe disminuir. El caos debe aumentar a medida que pase el tiempo; o sea, en el universo entero. Eso no quiere decir que en un escenario determinado, por ejemplo la Tierra, la cantidad de orden no pueda aumentar, y es evidente que ha aumentado. Los seres vivos son mucho más complejos, tienen más orden, que la materia prima de la que se formó la vida hace 4.000 millones de años. Pero este aumento del orden en la Tierra se produce y es bastante fácil calcularlo a expensas de un descenso en el orden del Sol, que es la fuente de la energía que hace funcionar la biología terrestre. No está claro, por cierto, que el Segundo principio de la termodinámica sea aplicable al universo como un todo, porque es una ley experimental y no tenemos experiencia del universo como un todo. Pero siempre me ha parecido curioso que los que desean aplicar este principio a temas teológicos no pregunten si Dios está sometido a él. Porque, si lo estuviera, sólo podría tener una vida finita. Además, se aprecia un uso asimétrico de los principios de la física cuando la teología se enfrenta a la termodinámica.

Por otra parte, si hubiera una primera causa no causada, no implicaría nada en absoluto sobre la omnipotencia o la omnis-

ciencia, ni sobre la compasión, o ni siquiera el monoteísmo. Y Aristóteles, en realidad, infirió varias decenas de primeras causas en su teología.

La segunda teoría occidental habitual que utiliza la razón con referencia a Dios es la llamada teoría del diseño, de la que ya hemos hablado, tanto en el contexto biológico como en la encarnación astrofísica reciente llamada principio antrópico. Es, en el mejor de los casos, un argumento de analogía; es decir, que algunas cosas fueron hechas por humanos y ahora nos encontramos con algo más complejo que no fue hecho por nosotros, por lo que quizá fuera hecho por un ser inteligente más dotado que nosotros. Bueno, puede ser, pero no es un argumento convincente. Antes he intentado subrayar hasta qué punto una mala interpretación, el fracaso de la imaginación y sobre todo la falta de conocimiento de nuevos principios subyacentes pueden inducirnos a error sobre el argumento basado en el diseño. Las extraordinarias ideas de Charles Darwin sobre el aspecto biológico de la teoría del diseño proporcionan claras advertencias de que hay principios subyacentes en el orden aparente que todavía no somos capaces de adivinar.

Sin duda hay mucho orden en el universo, pero también hay mucho caos. Los centros de las galaxias explotan cada cierto tiempo y, si ahí fuera hay mundos habitados y civilizaciones, son destruidos a millones con cada explosión de un núcleo galáctico o de un quásar. No parece que haya un dios o diosa que sepa lo que está haciendo. Más bien parece un aprendiz de dios que se ve superado. A lo mejor empiezan en los centros de las galaxias y, al cabo de un tiempo, cuando tienen un poco de experiencia, se les adjudican misiones más importantes.

También está el argumento moral de la existencia de Dios, atribuido generalmente a Immanuel Kant, que era muy bueno a la hora de mostrar las deficiencias de algunas otras teorías. La suya es muy sencilla. Es simplemente que somos seres morales; por tanto Dios existe. Es decir, ¿cómo sabríamos si no que somos morales?

Bueno, para empezar, podría argüirse que la premisa es dudosa. Hasta qué grado puede afirmarse que los humanos somos seres morales sin la existencia de alguna fuerza de policía está cuando menos abierta a debate. Pero dejemos eso por el momento. Muchos animales tienen códigos de conducta. El altruismo, los tabúes del incesto, la compasión hacia los más pequeños, se encuentran en todo tipo de especies. Los cocodrilos del Nilo llevan los huevos en la boca durante enormes distancias para proteger a sus crías. Podrían hacer una tortilla con ellos, pero deciden no hacerlo. ¿Por qué? Porque los cocodrilos que disfrutaban comiéndose sus huevos no dejan descendencia y, con el tiempo, lo único que queda son cocodrilos que saben cómo ocuparse de sus crías. Es fácil de ver. Y sin embargo tendemos a pensar que, en cierto modo, se trata de un comportamiento ético. No estoy en contra de ocuparse de los niños; al contrario, estoy francamente a favor. Lo que digo es que, si estamos poderosamente motivados para ocuparnos de nuestros jóvenes o de los jóvenes de todo el mundo, de ello no se deduce que sea Dios quien nos obligue a actuar así. Puede ser la selección natural, y es lo más probable. Más aún, una vez los humanos adquirimos conciencia de nuestro entorno, podemos entender las cosas y podemos ver lo que es bueno para nuestra supervivencia como comunidad, nación o especie y tomar medidas para garantizarla. No está más allá de nuestra capacidad. No veo claro que se requiera la existencia de Dios para explicar el grado limitado pero real del comportamiento moral y ético patente en la sociedad humana.

Después, tenemos la curiosa teoría, exclusiva de Occidente, llamada «teoría ontológica», que generalmente se asocia a [san] Anselmo, que murió en 1109. Es muy simple: Dios es perfecto. La existencia es un atributo esencial de perfección. Por tanto, Dios existe. ¿Se ha entendido? Lo diré otra vez. Dios es perfecto. La existencia es un atributo esencial de perfección. No se puede ser perfecto si no se existe, dice Anselmo. Por tanto, Dios existe. Aunque esta teoría atrajo durante un breve período a pensadores

significativos (Bertrand Russell describe que de pronto pensó que Anselmo podía tener razón... durante unos quince minutos), no se considera una teoría con éxito. El lógico del siglo xx Ernest Nagel dijo de él que era «confundir la gramática con la lógica».

¿Qué significa «Dios es perfecto»? Se necesita una descripción de qué constituye la perfección. No basta con decir «perfecto» y no preguntar qué significa. ¿Y cómo sabemos que Dios es perfecto? A lo mejor el dios que existe no es el perfecto. A lo mejor sólo existen los imperfectos. Y entonces, ¿por qué esta existencia es un atributo esencial de perfección? Todo son palabras. En realidad, hay una afirmación perteneciente al budismo, que, creo que bajo una luz amable, dice que su dios es tan grande que ni siquiera tiene que existir. Y éste es el contrapeso perfecto al argumento ontológico. En todo caso, no creo que el argumento ontológico sea convincente.

Después está el argumento de la conciencia. Pienso, luego Dios existe; es decir, ¿cómo podría si no llegar a existir la conciencia? De hecho, nuestro conocimiento de los detalles de la evolución de la conciencia es mínimo. Está en el orden del día de la futura ciencia neurológica. Pero sabemos, por ejemplo, que una lombriz metida en un tubo de ensayo en forma de Y con, por ejemplo, una descarga eléctrica en la ramificación derecha y comida en la izquierda, aprende rápidamente a tomar la izquierda. ¿Se puede decir que un gusano tiene conciencia si, después de una cierta cantidad de intentos, es capaz de saber invariablemente dónde está la comida y dónde no está la descarga? Y si un gusano tiene conciencia, ¿puede tenerla también un protozoo? Muchos microorganismos fototrópicos saben ir hacia la luz. Tienen una especie de percepción interna de dónde está ésta, y nadie les ha enseñado que sea bueno ir hacia ella. Tenían la información en su material hereditario, codificado en sus genes y cromosomas. Bueno, ¿puso Dios esta información allí, o puede haberse desarrollado por selección natural?

Está claro que para la supervivencia de los microorganismos es bueno saber dónde está la luz, especialmente para los que fotosintetizan. Sin duda es bueno para los gusanos saber dónde está la comida. Los gusanos que no logran entender dónde está la comida dejan poca descendencia. Después de un tiempo, los que sobreviven saben dónde está la comida. Los descendientes fototrópicos o fototácticos tienen codificado en su material genético cómo encontrar la luz. No parece que Dios haya tenido que participar en el proceso. Puede ser, pero no es un argumento convincente. Y la opinión general de muchos, no todos, los neurobiólogos es que la conciencia es una función que depende del número y la complejidad de las conexiones neuronales del cerebro. La conciencia humana es lo que aparece cuando se llega a algo así como 10^{11} neuronas y 10^{14} sinapsis. Esto plantea todo tipo de otras preguntas. ¿Cómo es la conciencia cuando se tienen 10^{20} o 10^{30} sinapsis? ¿Qué podrá decirnos a nosotros un ser así distinto a lo que nosotros podemos decirles a las hormigas? Así pues, al menos a mí no me parece que el argumento de la conciencia, un continuo de conciencia recorriendo los reinos animales y vegetales, demuestre la existencia de Dios. Tenemos una explicación alternativa que parece funcionar bastante bien. No sabemos los detalles, aunque el estudio de la inteligencia artificial pueda ayudar a clarificarlo. Apenas puede decirse, pues, que sea convincente.

Después está la teoría de la experiencia. La gente tiene experiencias religiosas. De eso no cabe duda. Las tienen en todo el mundo, y hay algunas similitudes interesantes en las distintas experiencias religiosas que ocurren en todo el planeta. Son poderosas, emocionalmente de lo más convincente, y a menudo conducen a la gente a reformar su vida y a realizar buenas obras, aunque también ocurre lo contrario. Bien, ¿qué pasa con esto? Bueno, no pretendo de ningún modo poner objeciones o ridiculizar las experiencias religiosas. Pero la pregunta es: ¿puede una experiencia así proporcionar pruebas de la existencia de Dios o

dioses que no sean anecdóticas? Un millón de casos de ovnis desde 1947 y, sin embargo, por lo que sabemos, ninguno de ellos se corresponde con visitas a la Tierra de naves espaciales de otra parte. Un gran número de personas puede tener experiencias profundas y conmovedoras y que, sin embargo, no se correspondan con nada parecido a un sentido exacto de la realidad externa. Y lo mismo puede decirse no sólo de los ovnis sino también de la percepción extrasensorial, los fantasmas, los duendes y cosas así. Todas las culturas tienen cosas de este tipo, lo que no significa que existan todos; no significa que exista ninguno de ellos.

También quiero hacer constar que las experiencias religiosas pueden ser provocadas por moléculas específicas. Hay muchas culturas que, conscientemente, beben o ingieren esas moléculas a fin de fomentar una experiencia religiosa. El culto al peyote de algunos indios americanos es exactamente esto, como el uso del vino como sacramento en muchas religiones occidentales. Hay una larga lista de sustancias que los humanos toman para desencadenar una experiencia religiosa, lo que sugiere que hay alguna base molecular para este tipo de vivencia y que no es necesario que se corresponda con una realidad externa. Creo que es bastante fundamental que las experiencias religiosas, las personales, no la prueba teológica natural de la existencia de Dios, si la hay, puedan ser producidas por moléculas de complejidad finita.

Así pues, si repaso estas teorías —la cosmológica, la del diseño, la moral, la ontológica, la de la conciencia y la de la experiencia—, debo decir que el resultado total no es excesivamente impresionante. Es como si buscásemos una justificación racional para algo que, por otro lado, esperamos que sea cierto.

Y después hay determinados problemas clásicos respecto a la existencia de Dios. Permítanme mencionar algunos. Uno es el famoso problema del mal. Básicamente es como sigue: aceptemos por un instante que el mal existe en el mundo y que a veces hay acciones injustas que no son castigadas. Aceptemos también que hay un Dios que es benevolente con los seres humanos, om-

nisciente y omnipotente. Este Dios ama la justicia, observa todas las acciones humanas y es capaz de intervenir en los asuntos de los hombres. Bien, ya los filósofos presocráticos entendieron que estas cuatro proposiciones no pueden ser verdaderas al mismo tiempo. Al menos una tiene que ser falsa. Las enumeraré otra vez: que existe el mal, que Dios es benevolente, que Dios es omnisciente, que Dios es omnipotente. Analicémoslas una a una.

En primer lugar, podrían decirme: «Bueno, el mal no existe en el mundo. No somos capaces de ver toda la imagen: vemos sólo un pequeño pozo de mal en un gran mar de bien que lo hace posible.» O, como solían decir los teólogos medievales: «Dios usa al diablo para sus propios propósitos.» Se trata claramente del argumento de los tres monos sabios, aquello de «negarse a escuchar...», y ha sido descrito por un importante teólogo contemporáneo como un insulto gratuito a la humanidad, un síntoma de insensibilidad e indiferencia hacia el sufrimiento humano. Es el convencimiento de que todas las miserias y agonías que experimentan los seres humanos son ilusorias. Bastante fuerte.

Es evidente que esto es confiar en que, si se les llama de otra manera, los hechos inquietantes desaparecerán. Sostienen que es necesario un poco de dolor para un bien mayor. Pero ¿por qué, exactamente? Si Dios es omnipotente, ¿por qué no puede disponer que no haya dolor? A mí me parece un extremo muy revelador.

Las otras alternativas son que Dios no es benevolente ni compasivo. Epicuro sostenía que Dios estaba bien pero que los humanos eran la última de sus preocupaciones. Hay una serie de religiones orientales que tienen más o menos el mismo talante. O bien Dios no es omnisciente, no lo sabe todo, tiene cosas que hacer en otra parte y por eso no sabe que los humanos tenemos problemas. Una posibilidad es que hay 10^{11} mundos en todas las galaxias y varias veces 10^{11} galaxias, y que Dios está ocupado.

Otra es que Dios no sea omnipotente. No puede hacerlo

todo. Es posible que empezara la Tierra o creara la vida y que luego intervenga ocasionalmente en la historia humana, pero no puede preocuparse día y noche de arreglar las cosas aquí en la Tierra. Bien, yo no pretendo saber cuál de estas cuatro posibilidades es correcta, pero está claro que hay una contradicción fundamental en el núcleo del pensamiento teológico occidental relacionada con el problema del mal, y he leído un resumen de una conferencia teológica reciente dedicada a este problema y no cabe duda de que era embarazoso para los teólogos reunidos.

Esto plantea una cuestión adicional —una cuestión relacionada— y tiene que ver con la intervención en las pequeñas cosas. ¿Por qué, en todo caso, es necesaria la intervención de Dios en la historia humana, en los asuntos humanos, como prácticamente cualquier religión cree que sucede? Que Dios o los dioses bajan y dicen a los humanos: «No, no hagas esto, haz esto otro, no olvides eso, no reces de esta manera, no veneres a nadie más, mutila a tus hijos del modo siguiente.» ¿Por qué hay una lista tan larga de cosas que Dios le dice a la gente que haga? ¿Por qué Dios no lo hizo directamente todo bien? Si uno pone en marcha un universo, puede hacerlo todo. Puede ver todas las consecuencias futuras de su acción. Persigue un determinado objetivo. ¿Por qué no lo deja todo listo de entrada? La intervención de Dios en los asuntos humanos habla de incompetencia, y no me refiero a incompetencia a escala humana. Está claro que todas las opiniones de Dios lo hacen mucho más competente que el más competente de los humanos, pero eso no dice nada de su omncompetencia. Lo que dice es que hay limitaciones.

Así pues, llego a la conclusión de que los supuestos argumentos de la teología natural sobre la existencia de Dios, como estos que hemos mencionado, no son muy convincentes. Van a remolque de las emociones, esperando alcanzarlas. Y, sin embargo, es perfectamente posible imaginar que Dios, no un dios omnipotente o un dios omnisciente, sino un dios razonablemente

competente, podía haber dejado pruebas absolutamente claras sobre su existencia. Intentaré dar unos cuantos ejemplos.

Imaginemos que en todas las culturas hay una serie de libros sagrados que contienen unas cuantas frases enigmáticas que Dios o los dioses dicen a nuestros antepasados y que éstos deben transmitir al futuro sin cambios, que es muy importante hacerlo con exactitud. Bien, hasta aquí no hay gran diferencia con las circunstancias reales de los supuestos libros sagrados. Pero supongamos que las frases en cuestión fueran frases que actualmente pudiéramos comprender, pero no en aquel momento. Ejemplo sencillo: el Sol es una estrella. Nadie lo sabía en, digamos, el siglo VI a. J. C., cuando los judíos estaban en el exilio en Babilonia y conocieron la cosmología babilónica a partir de los principales astrónomos de la época. La ciencia babilónica antigua es la cosmología que todavía se conserva en el libro del Génesis. Supongamos en cambio que la historia fuera: «No lo olvidéis, el Sol es una estrella», o «No lo olvidéis, Marte es un lugar oxidado con volcanes. Marte, ¿conocéis esta estrella roja? Es un mundo. Tiene volcanes, está oxidado, hay nubes, había ríos. Ya no los hay. Lo entenderéis más adelante. Confíad en mí. De momento, no lo olvidéis.»

O: «Un cuerpo en movimiento tiende a permanecer en movimiento. No penséis que los cuerpos tienen que ser empujados para seguir moviéndose. Es justo lo contrario, en realidad. Más adelante entenderéis que, si no hay fricción, un objeto móvil seguirá moviéndose.» Podemos imaginarnos a los patriarcas rascándose perplejos la cabeza, pero al fin y al cabo era Dios quien les hablaba. Así pues, lo copiarían obedientemente y ése sería uno de los muchos misterios de los libros sagrados que después pasarían al futuro hasta que reconociésemos la verdad, hasta que viésemos que nadie en aquel tiempo podía haber sabido aquello y, por tanto, deducir la existencia de Dios.

Pueden imaginarse muchos casos así. ¿Qué les parece: «No viajarás a **mayor** velocidad que la luz»? Muy bien, se puede argüir

que no había riesgo inminente de que nadie rompiera este mandamiento. Habría sido una curiosidad: «No entendemos de qué va éste, pero los demás los acataremos.» O: «No hay marcos de referencia privilegiados.» O ¿qué tal algunas ecuaciones? Las leyes de Maxwell en los jeroglíficos egipcios, o en caracteres chinos antiguos, o en hebreo antiguo. Y que todos los términos fueran definidos: «Esto es el campo eléctrico, esto es el campo magnético. No sabemos qué son, pero los copiaremos y, más adelante, seguro, llegarán a ser las leyes de Maxwell o la ecuación de Schrödinger.» Cualquier cosa de este tipo habría sido posible si Dios hubiera existido y si hubiera querido que tuviésemos pruebas de su existencia. O en biología. ¿Qué les parece: «Dos cadenas entrelazadas contienen el secreto de la vida»? Podrían decirme que los griegos ya lo sabían a causa del caduceo.* En el ejército americano todos los médicos llevaban el caduceo en la solapa, y también lo utilizan las distintas mutuas de seguros médicos. Está relacionado, si no con la existencia de la vida, al menos con su conservación, pero hay muy poca gente que lo utilice para decir que la religión correcta es la de los griegos antiguos porque tenían un símbolo que sobrevive al examen crítico posterior.

En este asunto de las pruebas de la existencia de Dios, si éste hubiera deseado darnos alguna, no tenía por qué limitarse a ese método, en cierto modo cuestionable, de hacer declaraciones enigmáticas a sabios antiguos y confiar en que sobrevivieran. Dios podía haber grabado los Diez Mandamientos en la Luna. Muy grandes. Diez kilómetros de extensión para cada mandamiento. Y nadie lo podría ver desde la Tierra pero, de pronto, un día se inventarían los grandes telescopios o las naves espaciales se acercarían a la Luna y allí los encontrarían, grabado en la superficie lunar. La gente diría: «¿Cómo ha podido llegar eso aquí?» Y

* Caduceo: símbolo de la clase médica, consistente en un bastón alado rodeado por dos serpientes entrelazadas. (*N del t.*)

entonces habría varias hipótesis, la mayor parte de las cuales serían francamente interesantes.

¿O por qué no un crucifijo de cien kilómetros de envergadura en la órbita de la Tierra? Sin duda Dios podría hacerlo, ¿no es así? Tras haber creado el universo, una cosa tan sencilla como poner un crucifijo en la órbita de la Tierra habría sido perfectamente posible. ¿Por qué Dios no hizo cosas de este tipo? O, dicho de otro modo, ¿por qué Dios tenía que ser tan claro en la Biblia y tan oscuro en el mundo?

Creo que se trata de un asunto serio. Si pensamos, como sostiene la mayoría de los grandes teólogos, que la verdad religiosa sólo se produce cuando se da una convergencia entre nuestro conocimiento del mundo natural y la revelación, ¿por qué esta convergencia es tan débil cuando habría podido ser fácilmente más sólida?

Así pues, para concluir, me gustaría citar las primeras líneas del *Ensayo sobre los Dioses*, de Protágoras, del siglo V a. J. C.:

Sobre los dioses, no tengo medio de saber si existen o no existen ni qué aspecto tienen. Muchas cosas me impiden saberlo. Entre otras, el hecho de que nunca nadie los haya visto.



La experiencia religiosa

Remontémonos mentalmente unos cientos de miles de años. Los que consigan hacerlo sin dificultades habrán demostrado algunas de las cuestiones que yo he considerado dudosas anteriormente, pero dejando de lado la reencarnación, intentemos pensar en cuáles eran las condiciones de la mayor parte de la especie humana sobre la Tierra. Se trata de algo a todas luces relevante para cualquier intento de entender nuestras circunstancias actuales.

La familia humana tiene unos millones de años de antigüedad, la especie humana quizá un millón, con alguna incertidumbre. Durante la inmensa mayor parte de este período, no hubo nada parecido a la tecnología, la organización social ni las religiones actuales y, sin embargo, nuestra predisposición emocional quedó poderosamente determinada en aquel tiempo. Fuesen cuales fuesen entonces nuestros sentimientos, pensamientos y aproximaciones al mundo, debieron de ser selectivamente ventajosos, porque lo hemos hecho bastante bien. En este planeta somos sin duda el organismo dominante a una dimensión más o menos razonable. Podría argumentarse que las cucarachas o las bacterias son el organismo dominante del planeta a menor escala, pero al menos a la nuestra lo hemos hecho bastante bien.

Bien, ¿cuales fueron esas características y cómo podríamos

saber en qué consistían? Bueno, una manera de saberlo es examinar los pocos grupos de cazadores-reproductores que todavía quedan en el planeta en la actualidad. Son pequeños núcleos de personas cuya manera de vivir es anterior a la invención de la agricultura. El hecho de que los conozcamos significa que deben de haber establecido algún contacto con nuestra civilización global actual... lo que inmediatamente implica que su manera de vivir está tocando a su fin. Son la esencia de los humanos. Han sido estudiados por antropólogos que han vivido con ellos, han aprendido sus lenguas, han sido acogidos por el grupo en el caso de que permitieran una experiencia así a un forastero, y podemos aprender algo sobre ellos. No son todos iguales, en absoluto. Existe una disciplina importante, llamada antropología cultural, y yo no pretendo ser un experto en la materia; pero tuve la suerte de pasar un período de tiempo considerable con antropólogos que han estado al frente de los estudios de algunos de estos grupos, y creo que sus observaciones son relevantes para la tarea que tenemos por delante.

Hay, como digo, diferentes tipos de grupos de cazadores-recolectores, incluidos algunos que podríamos considerar absolutamente terribles y otros sorprendentemente benevolentes, e intentaré hablar de ambos.

En cuanto a los segundos, diré unas cuantas palabras sobre el pueblo !Kung del desierto de Kalahari, en la República de Botswana. Se trata de un pueblo que en la actualidad ha sido incorporado a las filas del apartheid de Sudáfrica, con lo que su cultura ha quedado irrevocablemente dañada, pero hasta hace veinte años fue objeto de estudios concienzudos. Algo sabemos de ellos.

Son cazadores-recolectores, lo que significa principalmente que los hombres cazan y las mujeres recolectan. Hay una especie de división sexual del trabajo, pero muy poca jerarquía social. No se da un dominio masculino significativo sobre las mujeres. En realidad, prácticamente no hay jerarquía social; lo que sí hay es una especialización del trabajo, que es distinto. Tratan a los niños con ternura y comprensión y no hay nada parecido a la gue-

rra, aunque de vez en cuando tienen problemas por culpa de malas interpretaciones.

Por ejemplo, hace tiempo se planteó un caso famoso: un grupo volvió de cazar y explicó que había tenido la más asombrosa buena suerte. Habían descubierto una criatura completamente nueva, a la que podían acercarse con el arco y la flecha a un metro y, como no echaba a correr, era fácil matarla. Ahí estaba: era una vaca. El pueblo Herero vecino protestó y este conflicto entre dos grupos, uno que todavía no había dejado el estado de cazadores-recolectores y el otro que tenía animales domesticados, tuvo que resolverse.

Otra cuestión interesante tiene que ver con la caza. ¿Quién es propietario de la presa? Resulta que no es el cazador que mató al animal, sino el artesano que hizo la flecha. La presa es suya. Pero eso sólo afecta a la contabilidad, porque todo el mundo recibe parte de la pieza cazada, si bien el artesano de la flecha tiene derecho a una mejor parte. En realidad, hay poca noción de propiedad. Se trata de un pueblo nómada y no puede poseer más de lo que puede transportar: excepto las ollas, algunas piezas de ropa, equipo de caza y cosas de este tipo, e incluso parte de esto (no hay propiedad personal) es de la comunidad. No hay ningún jefe ni jefa per se, y tienen una cosmología, un tipo de religión, un fomento activo de la experiencia religiosa que, como en muchas culturas —en realidad, por lo que sé, en todas las culturas—, se obtiene en parte mediante alucinógenos químicos y en parte a través de tipos particulares de comportamiento: danza, trances y similares. Reconocen otros niveles de conciencia, de experiencia consciente, y consideran altamente valiosas estas experiencias religiosas o alucinaciones, algo de lo que uno no puede reírse ni poner en la categoría de creencias de los débiles mentales. Es una cultura en la que tradicionalmente siempre ha habido suficiente para comer, sobre todo, nueces de mongongo, el alimento principal que proporcionan las mujeres, mientras los hombres aportan aperitivos de carne de vez en cuando.

Es interesante comparar estas culturas con otras que, en cierto sentido, a causa de implicaciones de la nuestra, conocemos mucho mejor. Culturas como los jíbaros del valle del Amazonas, que tanto en este mundo como en el próximo tienen jerarquías dominantes muy asombrosas en las que siempre hay alguien por encima de alguien, excepto, por supuesto, del Dios Creador Supremo, por encima del cual no hay nadie. Son pueblos que torturan a sus enemigos, que no abrazan a sus hijos —en realidad, los insensibilizan—, que se dedican a la guerra, cuyo sacramento no es un alucinógeno exótico sino el etanol, el alcohol etílico ordinario (quiero decir ordinario en nuestra sociedad). Prácticamente en todos los aspectos que he mencionado, tienen una manera totalmente diferente de mirar el mundo respecto a los !Kung.

Estas dos perspectivas —una de ellas con una poderosa jerarquía social y la otra con otra casi inexistente— aparecen en la literatura antropológica. Y hay un estudio estadístico extremadamente interesante; es el del científico social norteamericano James Prescott, basado en los trabajos del antropólogo de Stanford, Robert Textor, sobre cientos de sociedades diferentes, no todas ellas todavía existentes. En algunos casos, por ejemplo, por Heródoto, pueden conocerse las características clave de una sociedad extinguida hace tiempo. Textor simplemente anota las distintas categorías como si hiciera una recopilación. Lo que ha hecho Prescott es un análisis multivariable, una correlación estadística: qué va con qué. Y las cosas que aparentemente van unas con otras son esencialmente las dos series de características que acabo de describir. La opinión de Prescott es que hay relaciones causales; que, en realidad, la distinción clave tiene que ver con si las culturas acarician a sus hijos y si permiten una actividad sexual prematrimonial entre adolescentes. Desde su punto de vista, éstas son las claves, y llega a la conclusión de que todas las culturas en las que los niños son abrazados y los adolescentes pueden tener relaciones sexuales terminan sin jerarquías sociales poderosas y todo el mundo es feliz. En cambio, las culturas que

no permiten abrazar a sus hijos a causa de alguna prohibición social y que imponen un tabú sexual prematrimonial a los adolescentes terminan matando, odiando y con poderosas jerarquías de dominación.

No podemos demostrar una secuencia casual a partir de una correlación estadística. También podríamos argüir que lo que lo determina todo son las formas religiosas o que el sacramento que utilizan determina una correlación decisiva entre sociedades con alcohol y sociedades que torturan a sus enemigos, abusan de las mujeres, etcétera. Pero estas correlaciones demuestran que, al menos hay dos y probablemente múltiples maneras de ser humano; que estas culturas, que hasta donde sabemos no han tenido una influencia importante de la civilización técnica occidental, son sin embargo asombrosamente diferentes, y que la razón de esta diferencia —al margen de otras razones— tiene que estar dentro de nosotros.

En realidad, si observamos a los primates no humanos, encontramos que algunos de ellos tienen este escalafón jerárquico de dominación y otros no. Es muy probable que los humanos tengamos incorporados ambos comportamientos; es decir, un circuito integrado en nuestro cerebro que nos permita encajar sin esfuerzo —o con poco esfuerzo— en alguna jerarquía de dominación. Al fin y al cabo, las instituciones militares de todas las naciones funcionan, y parte de la razón para ello es que debemos de tener alguna predisposición a integrarnos más o menos bien en una jerarquía de ese tipo y, al mismo tiempo, también debemos de tenerla para su antítesis, a la que en aras de la brevedad llamaré democracia. Se produce entonces la especie de coexistencia incómoda que puede encontrarse en cualquier democracia que tenga un sistema militar o de casta, o un sistema de clase.

Ahora, si me lo permiten, seguiremos con la cuestión de la función primitiva de la religión y de sus orígenes. Está claro que no hay observadores de nuestro tiempo que estuvieran presentes

hace cientos de miles de años, por lo que, con seguridad, no podemos afirmar nada en esta cuestión. Sólo podemos alcanzar distintos grados de plausibilidad. Pero creo que, tanto si se está de acuerdo con todos los puntos que voy exponiendo como si no, es una manera muy útil de analizar los orígenes de la religión y, desde luego, no soy la primera persona que lo hace. Según se cita, Demócrito dijo en el siglo V a. J. C.:

Los antiguos, al ver todo lo que ocurría en el cielo, truenos, rayos, relámpagos, conjunciones de estrellas y eclipses del Sol y de la Luna se asustaban, pensando que la causa de todo ello eran los dioses.

Esto es lo que a veces se califica como «animismo», la idea de que hay fuerzas inteligentes en la naturaleza. Los griegos ponen un dios menor en cada árbol y corriente de agua. Todo esto ha sido comentado de manera brillante por uno de mis antecesores en estas conferencias, sir James Frazer, en su libro *La rama dorada: magia y religión*. Lo que hacemos si creemos que hay un dios del rayo y no queremos que nos ataque es procurar que nos sea propicio, hacer algo para aplacarlo, comunicarle que aunque otros puedan merecer el ataque de los rayos, nosotros no estamos entre ellos. Para mostrarle nuestro respeto, para que vea que no le respondemos mal, que nos humillamos ante él, que somos reverentes, tenemos que hacer algo. Y muchas culturas tienen institucionalizada esta propiciación, que a veces llega incluso al sacrificio humano; es decir, a demostrar que somos tan reverentes que estamos dispuestos a matar a lo que más queremos para que de ningún modo este dios pueda pensar que no somos sinceros.

La historia de la orden que Dios dio a Abraham de matar a su hijo Isaac es un ejemplo de la transición del sacrificio humano al animal. Con el tiempo, la gente decidió que realmente no valía la pena sacrificar a los hijos de ese modo; los matarían simbólicamente sacrificando una cabra. En realidad, el declive gene-

ral de la práctica de sacrificios humanos y animales en la evolución de la religión merece cierta atención. Las religiones judaicas, y por tanto también las cristianas e islámicas, empezaron cuando el sacrificio humano y animal estaba de moda.

¿Qué significa este tipo de propiciación? Es un deseo de que el curso de la naturaleza sea diferente de lo que sería de otro modo. Proporciona la ilusión de que, mediante una secuencia de acciones rituales, somos capaces de influir en fuerzas de la naturaleza que de otro modo nos serían inaccesibles. Y, por tanto, implica un cambio del curso habitual de la naturaleza, que Ivan Turgueniev describió con gracia del siguiente modo: «Rece un hombre por lo que rece, lo que busca es un milagro. Toda plegaria se reduce a eso: “Dios omnipotente, concédeme que dos más dos no sumen cuatro”.» Y, partiendo de una tradición diferente, citaré un proverbio yiddish que dice: «Si rezar sirviera de algo, contratarían a gente para hacerlo.»

Bien, ¿rezar sirve de algo o no? Desde luego, lo seguimos haciendo. Sin duda está relacionado con las actividades de nuestros antepasados y, como explicaré dentro de un momento, está relacionado con el comportamiento de todos nosotros cuando éramos pequeños. Sir Francis Galton, primo de Charles Darwin, dijo: «Llevamos todos estos años rezando y nadie sabe si sirve de algo o no. ¿Hay algún estudio estadístico de la eficacia del rezo?» Y llegó a la conclusión de que realmente existe. Sobre todo en Gran Bretaña, porque allí la gente no sólo reza, sino que lo hace de distintas maneras. Algunas personas rezan con más frecuencia que otras. ¿Reciben más favores del cielo los que más rezan? Eso era a finales de la época victoriana, cuando este tipo de opiniones eran más ofensivas que hoy. Aquí tenemos pues una pequeña insinuación del enfoque de Galton, su idea del protocolo científico:

Hay muchas enfermedades comunes cuyo tratamiento es tan bien conocido que admite la elaboración de estadísticas precisas

en cuanto a su duración y resultado. Me refiero a fracturas y amputaciones. Sería perfectamente posible seleccionar dos grupos de proporciones considerables entre los pacientes de diferentes hospitales en tratamiento por fracturas y amputaciones. Uno podría estar formado por individuos marcadamente religiosos y con amigos piadosos, el otro por individuos insensibles y sin amigos. Una comparación atenta de sus respectivos períodos de tratamiento y sus resultados proporcionaría una prueba clara de la eficacia de la oración, si ésta tuviera aunque fuera una fracción diminuta de la cantidad que los maestros religiosos nos exhortan a creer.

Y después sigue diciendo:

Puede hacerse una investigación de naturaleza similar sobre la longevidad de las personas por cuya vida se reza. También de las clases que rezan en general.

A continuación compara la longevidad media de los soberanos con la de otras clases de personas de igual riqueza y ofrece una tabla de resultados. La conclusión es la siguiente:

Los soberanos son literalmente quienes viven menos de todos los que tienen la ventaja de la riqueza,

de lo que deduce que la eficacia de la plegaria aún no ha sido demostrada.

Sin embargo, no se ha creado una escuela de personas que se dediquen a elaborar estadísticas de la eficacia de la oración. Es difícil saber cuál es el motivo, aunque es probable que los que no creen en la oración no estén muy interesados en ello, y los que creen, tengan tal convencimiento de su eficacia que no necesiten pruebas estadísticas. No cabe duda de que en la oración hay algo que

parece funcionar. Seguramente procura paz y bienestar. Es una manera de soportar los problemas, una manera de revisar los acontecimientos que se han producido, de relacionar el pasado con el futuro. Tiene algo bueno, pero eso no significa que tenga la cualidad que se le atribuye. Que se rece no dice nada sobre la existencia de un dios. No dice nada sobre el mundo externo. Es sólo un procedimiento que, a cierto nivel, nos hace sentir mejor.

Yo sostengo que, al principio, todo el mundo tiene una misma actitud. Cuando somos muy pequeños y los adultos son muy grandes, todos vivimos en una tierra de gigantes, y después, a través de una serie de lentas etapas, vamos creciendo y nos convertimos en adultos. Pero dentro de nosotros seguramente queda todavía una parte de nuestra infancia que no ha desaparecido y no ha crecido, que sigue estando ahí. En los años formativos, se aprende por experiencia directa, totalmente incontrovertible, que hay humanos más grandes, más viejos, más sabios y más poderosos que uno mismo, y desarrollamos fuertes vínculos emocionales con ellos. Entre otras cosas, a veces se enfadan con nosotros y tenemos que soportar su enfado, nos piden que hagamos cosas que a lo mejor no queremos hacer, tenemos que ganarnos su favor, tenemos que disculparnos, que hacer una serie de cosas. Entonces, ¿qué probabilidades hay de que, una vez somos adultos, nos hayamos desprendido de esta experiencia formativa? No muchas más que que una parte de nosotros siga todavía, en la práctica, preocupándose por la opinión de los padres u otros adultos. ¿Puede ser que esto tenga algo que ver específicamente con la oración y con las creencias religiosas en general?

Bien, ésta es la escandalosa opinión de Sigmund Freud en *Tótem y tabú*, *El futuro de una ilusión*, y otros libros famosos de las primeras décadas del siglo xx. La opinión de Freud era que «en el fondo, Dios no es más que un padre exaltado». Claro que Freud vivía en Viena a finales del siglo XIX, en una especie de tradición judeo-cristiana muy patriarcal y, por tanto, su tipo de dios era asimismo muy patriarcal. En consecuencia, puede ser

que su conclusión no sea válida para todas las religiones y sociedades, pero es muy fácil entender que las religiones y sociedades se prestan a la hipótesis freudiana.

Para decirlo más explícitamente: empezamos con la sensación de que nuestros padres son omnipotentes y omniscientes, desarrollamos con ellos determinadas relaciones (hay diferentes grados de salud mental en ellas, dependiendo de la naturaleza de la relación entre padres e hijos), después crecemos y, al hacerlo, descubrimos que nuestros padres no son perfectos. Nadie lo es, por supuesto. Hay una parte de nosotros que queda profundamente decepcionada. Una parte de nosotros que ha sido inducida a aceptar una jerarquía de dominación y no entiende la incertidumbre de tenerse que enfrentar a las cosas por sí mismos. Una de las razones principales que se arguyen al enumerar las ventajas de la vida militar y de otras sociedades poderosamente jerarquizadas es que no se tiene necesidad de pensar por sí mismo, lo que proporciona cierto poder tranquilizador. Y así, según Freud, endosamos al cosmos nuestras predisposiciones emocionales. Podemos pensar que eso explica mucho sobre la religión o no, pero hay algo que vale la pena tener en cuenta. Fiodor Dostoiévski escribió en *Los hermanos Karamazov*.

Mientras conserva la libertad, no hay nada por lo que el hombre luche tan incesante y dolorosamente como para encontrar alguien a quien adorar.

Me gustaría pasar ahora a una cuestión relacionada y que tiene que ver con la influencia de las moléculas en las emociones y las percepciones. Por moléculas me refiero simplemente a sustancias químicas: sustancias químicas naturales del entorno o sintéticas de laboratorio. Todos nosotros entendemos que las moléculas modifican el comportamiento. Los humanos de todo el mundo han tenido experiencias con sustancias como el etanol, que es indudable que producen cambios en el comportamiento,

las actitudes y la percepción del mundo. Sabemos de calmantes que tienen este efecto. Pero pensemos en un caso muy específico, como el síndrome maníaco-depresivo. Es una enfermedad terrible. El maníaco-depresivo oscila entre dos extremos, y se me antoja difícil decir cuál es más horrible: uno en el pozo profundo de la desesperación y el otro es una especie de exaltación prometedora en la que todo es posible... hasta el punto de que muchas personas que padecen esta enfermedad, cuando se encuentran en ese extremo maníaco del péndulo, creen que hay Dios. Eso, desde luego, provoca invalidez. Ambos extremos de la oscilación tienen este efecto y no se pasa mucho tiempo en el medio, como en el caso del péndulo físico y real, cuyo movimiento es más lento en los extremos que en el centro. Es una enfermedad que se da en todas las culturas humanas y hasta hace un par de décadas no tenía un tratamiento eficaz. Ahora hay una sustancia que mejora considerablemente ese síndrome en muchos pacientes, siempre que la dosis se administre con mucho cuidado. Algunas personas que han tomado esta sustancia con regularidad en dosis controladas se ven en condiciones de volver a funcionar. Sus vidas se han normalizado y lo consideran una gran bendición. ¿De qué sustancia se trata? Del litio, una sal. El litio es un elemento químico, el tercero más sencillo después del hidrógeno y el helio. Es asombroso que una sustancia tan sencilla pueda tener un efecto tan profundo sobre un subconjunto de la población humana y cambiar no sólo el comportamiento: si se habla con ex maníacos depresivos —es decir, maníacos-depresivos cuya enfermedad está controlada por la administración regular de litio— su relato de la transformación experimentada con este tratamiento es realmente asombroso.

Con esto en mente ¿quién puede negar que haya emociones humanas que tal vez un día lleguen a entenderse de alguna manera fundamental en el lenguaje de la biología molecular y la arquitectura neuronal? Si repasamos nuestra propia sociedad u otras sociedades, encontramos una amplia serie de sustancias,

muchas de ellas químicas, que afectan poderosamente al humor, la emoción y el comportamiento. No sólo el etanol, sino también la cafeína, los hongos, las anfetaminas, el tetrahidrocannabinol y los demás cannabinoides, dietilamida del ácido lisérgico —conocido como LSD—, barbitúricos, Thorazine. Es una lista muy larga.

Eso suscita determinadas preguntas: ¿todas las emociones humanas están hasta cierto punto mediatizadas por las moléculas? Si una molécula ingerida puede cambiar el comportamiento, ¿hay alguna molécula de producción interna que pueda cambiarlo asimismo? Es un campo en el que se han hecho progresos notables. Me refiero a las encefalinas y las endorfinas, que son pequeñas proteínas del cerebro.

Durante el parto, las mujeres soportan el dolor con una fortaleza sorprendente, y es evidente que el alumbramiento es muy doloroso. Pero en ese caso, y en muchas otras situaciones traumáticas, el cuerpo humano produce una molécula concreta que reduce nuestra sensibilidad al dolor, y lo hace por muy buenas razones de supervivencia que no son difíciles de entender. En el cerebro, hay receptores específicos para estas pequeñas proteínas cerebrales, y resulta que los opiáceos ingeridos son en extremo similares en su composición química a una encefalina concreta relacionada con la resistencia al dolor producida por el propio cuerpo; es decir, parece como si cada vez que una molécula del exterior actuase en el campo de las emociones humanas, se produjese de forma natural una molécula de producción interna relacionada, lo que es como decir que tenemos un receptor cerebral para ese tipo concreto de grupo funcional molecular.

Intentaré ser un poco menos abstracto y me basaré en mi experiencia personal. Voy al dentista y me da una inyección de adrenalina. Es una molécula. Una que el cuerpo produce y que también se produce en laboratorio. Cada vez que recibo esta inyección, combaten en mí dos emociones contradictorias, una de las cuales es atacar al dentista y la otra salir corriendo de la con-

sulta, creo que ambas comprensibles por motivos puramente racionales teniendo en cuenta las circunstancias. Pero eso es lo que provoca la adrenalina, la hormona epinefrina, en cualquier circunstancia, incluso en las circunstancias más benignas. Se llama el síndrome de luchar o huir. Esta molécula nos hace o bien agresivos, o bien, si lo que queremos es huir, cobardes; lo uno o lo otro. Es notable que la misma molécula pueda provocar dos emociones aparentemente tan contradictorias, pero lo importante es que es en extremo interesante. Te introducen esa molécula en el flujo sanguíneo y de pronto se sienten cosas por el simple hecho de que la molécula esté ahí. No tiene nada que ver, necesariamente, con el mundo exterior, y no es difícil entender las razones. Imaginémonos por ejemplo a nuestros antepasados remotos, que todavía ignoran que las hienas que enseñan los dientes son peligrosas, enfrentándose a un grupo de estos animales. Sería muy poco aconsejable para ellos detenerse conscientemente y pensar: «Oh, veo que estas bestias tienen los dientes afilados; probablemente podrían comerse a alguien. Vienen hacia mí. Mejor será que huya.» Sería demasiado tarde.

Lo importante es que, con sólo echar una rápida mirada a la hiena, la molécula se activa instantáneamente y uno echa a correr, y después piensa en lo que ha pasado. Veamos dos poblaciones, una de las cuales tiene que reflexionar sobre el asunto mientras la otra responde rápidamente a la adrenalina. Al cabo del tiempo, estos últimos dejan muchos descendientes mientras que los otros no. Todo el mundo acaba generando adrenalina. Selección natural. No es difícil entender cómo ocurre eso. Y desde luego hay otras muchas moléculas como ésta.

Otra es la testosterona, producida por los machos en la adolescencia y que induce, como sabemos, todo tipo de comportamientos extraños. No pretendo sugerir que en esa edad yo fuera inmune a ella. Al contrario, conozco personalmente las consecuencias de la intoxicación de testosterona. Podríamos pensar que nuestros antepasados remotos eran capaces de entender la

utilidad de propagar la especie y dejar descendencia y que comprendían intelectualmente cómo se hacía, pero es muy dudoso. Eso requeriría mucha actividad intelectual y cerebral, y es mucho mejor tenerlo todo integrado en el cerebro y que, cuando el reloj biológico se pone en marcha, la molécula se dispare durante un determinado período de tiempo. De este modo, la presencia de un miembro atractivo del sexo opuesto lleva inmediatamente a esta secuencia de acontecimientos y la especie continúa.

Hay muchas más moléculas así. Las hembras tienen estrógenos y otras hormonas. El número de hormonas sexuales tiene efectos sobre el individuo, ya sea hombre o mujer. Las estadísticas sobre los temas con los que más sueñan los adultos de todas las edades señalan el sexo en primer lugar; con todo lo demás a gran distancia. Está claro que, en términos generales, cuanto más interés tenga la gente por el sexo, más descendientes tendrá, al menos antes de la aparición de los mecanismos de control de la natalidad, por lo que este tipo de maquinaria interna es una ventaja selectiva para la especie.

Si las encefalinas y endorfinas y las hormonas sexuales influyen en nuestra actividad sexual, ¿qué pasa con las hormonas y la religión? Es indudable que la gente tiene experiencias religiosas espontáneas. A veces la causa es la privación, como en el caso de los monjes que ayunaban en el desierto. La privación sensorial puede provocar estas experiencias de distintas maneras. También se producen espontáneamente en diferentes culturas, que siempre utilizan la lengua de la cultura indígena para describir la experiencia. Pero también pueden provocarse molecularmente, y no cabe duda de que la experiencia general, especialmente en la década de 1950 y 1960 —promovida por Aldous Huxley y otros—, era que el LSD y otras moléculas de este tipo producían experiencias religiosas. Muchas personas religiosas manifestaron su oposición a estas inducciones, porque les parecía excesivamente fácil; es decir, no tenía sentido vivir una experiencia religiosa sin someterse a alguna privación personal significativa.

Consideraban que el hecho de tomar quinientos microgramos de una tableta, fuera lo que fuese, era demasiado fácil.

Digamos que hay una molécula que produce una experiencia religiosa, la que sea. ¿Cómo ocurre? Prácticamente cada vez que alguien toma esa molécula, tiene una experiencia religiosa. ¿No sugiere eso que el cuerpo puede producir una molécula natural cuya función sea producir experiencias religiosas, al menos ocasionalmente? ¿Cómo podría ser esta molécula? Le daremos un nombre, ya que todavía no la ha descubierto nadie y además podría ser que no existiera: un buen nombre sería «teofilina», pero ya se nos ha adelantado un fármaco contra el asma. Y pienso que «teotoxina» sería dar un sesgo demasiado marcado a la cuestión. Llamémosla pues «teoforina», una sustancia que te hace sentir religioso.

¿Cuál podría ser la ventaja selectiva de la teoforina? ¿Cómo se produciría? ¿Por qué se encontraría allí? ¿Cuál sería la naturaleza de la experiencia? Las experiencias tienen, como he dicho, muchos aspectos diferentes, pero uno general es un sentimiento intenso de sobrecogimiento y humildad ante un poder muy superior a nosotros. Lo que me lleva a pensar en una molécula de jerarquía de dominación o en parte de una serie de moléculas cuya función es hacer que nos adaptemos a las jerarquías de dominación; hacernos aptos para la búsqueda vital que, según Dostoievski, era no aspirar a nada tan incesante y dolorosamente como a encontrar a alguien a quien venerar y obedecer.

¿Qué utilidad tiene eso? ¿Qué ventaja selectiva podría significar? A falta de otras, serviría para promover la conformidad social o, dicho en términos más favorables, garantizaría la estabilidad social y la moralidad, y ésta es, desde luego, una de las principales justificaciones de la religión. El aspecto cosmológico de las deidades es un atributo totalmente aparte. Pensemos en cómo bajamos la cabeza cuando rezamos, un gesto de sumisión que se da en muchos animales como señal de deferencia al macho alfa. La Biblia nos encarece no mirar a Dios a la cara bajo

riesgo de morir al instante. Los machos sumisos de muchas especies, incluida la nuestra, desvían los ojos ante el macho alfa. En la corte de Luis XIV, el rey iba precedido por cortesanos que, al paso de rey, gritaban: «*Avertes les yeux!* No alcéis la vista. Va a pasar.» Y aun hoy, muchos animales con delirios de auto-ridad pueden mostrarse agresivos simplemente si se les mira a los ojos.

No digo que esto sea equiparable a todos los aspectos de la experiencia religiosa. Creo que hay tanta diferencia entre la experiencia religiosa y las religiones burocráticas como, digamos, entre el sexo con amor y el sexo sin amor, y está claro que, en ambos casos, los humanos han añadido algo profundo y bello al impulso molecular. Es posible que muchos consideren de mal gusto o desagradable esta explicación y, si es así, les ruego que me disculpen. Pero si tratamos el origen de la religión y la experiencia religiosa como una cuestión científica, debemos preguntarnos: «¿Qué aspectos esenciales de la experiencia religiosa deja fuera esta hipótesis?», y destacar que, al menos en principio, es comprobable si encontramos la teoforina, y a continuación podrían hacerse un gran número de experimentos controlados para demostrarlo con todo detalle.

Sea o no correcta la explicación, no cabe duda alguna de que, históricamente, el papel de las religiones ha sido que la gente se contentara con su suerte, y es habitual incluso hoy en día argüir que la verdad o falsedad de la doctrina religiosa no es tan importante como el grado de estabilidad social que procura. A aquellos que, sin mediar culpa por su parte, no disponen de bienes materiales o de respeto en una sociedad, en muchas religiones se les dice: «En esta vida no importa. Sí, parece que uno tiene mala suerte, pero es un simple abrir y cerrar de ojos. Lo que importa realmente es la vida próxima y allí nos espera una justicia cósmica absoluta. Todos aquellos que parecen haberse enriquecido injustamente mediante recompensas en esta vida serán duramente castigados en la próxima, mientras que

los picapedreros y portadores, personas humildes que se conforman con la suerte que les ha tocado, alcanzarán la gloria en la próxima vida.»

Quizá sea así. Pero no es difícil ver que una doctrina como ésta sería muy atractiva para las clases dominantes de una sociedad: calma cualquier tendencia revolucionaria e incluso las protestas más suaves y, por tanto, es de gran utilidad. Así, muchas sociedades animan a su gente a conformarse con la suerte que le ha tocado gracias a la promesa religiosa del cielo.

Muchas religiones imponen una serie de preceptos —normas que la gente debe seguir— y afirman que se trata de instrucciones dictadas por un dios o dioses. Por ejemplo, el primer código legal del babilonio Hammurabi, del segundo milenio a. J. C., le fue transmitido por el dios Mardoqueo, o al menos eso dijo. Como hoy en día hay pocos partidarios de Mardoqueo, no creo que nadie se ofenda si sugiero que es un engaño, es decir, una mentira piadosa. Que si Hammurabi hubiera dicho simplemente: «He aquí lo que creo que todo el mundo tiene que hacer», habría tenido mucho menos éxito, aunque fuera el rey de Babilonia, que si decía: «Dios dice que tenéis que hacer esto.»

Reconozco que el paso siguiente, decir que otros legisladores más conocidos hoy en día están en la misma situación, podría producir cierto nivel de ofensa e impiedad, pero creo que vale la pena pensar en ello. ¿No es probable que en tiempos anteriores, en circunstancias menos sofisticadas, los que deseaban imponer una serie determinada de principios de conducta dijeran que les había sido transmitida por un dios o dioses?

En cuanto uno dice que la creencia religiosa y la moralidad convencional son necesarias para que la sociedad siga avanzando, levanta la sospecha de que son herramientas mediante las que los que controlan el país tienden a mantener a raya a todo el mundo.

Me gustaría abordar ahora una cuestión contemporánea para reducir el nivel de abstracción de mi exposición. Todo el mundo

sabe lo que ocurre en la Sudáfrica del apartheid. Simplemente querría llamarles la atención sobre algo que se ha producido recientemente y que se ha llamado Documento Kairos, derivado de una palabra griega que significa «el momento de la verdad». Ha sido escrito por cristianos comprometidos de muchas razas contrarios al sistema de apartheid en Sudáfrica y, en el contexto de lo que estábamos hablando, citaré un par de párrafos para darles una idea de su contenido. Dice que la teología de estado en Sudáfrica emplea casi exclusivamente la visión del estado del apóstol Pablo, que dice que el poder «viene de Dios», y exige obediencia. Procede de la afirmación: «Dad al César lo que es del César», sin ninguna explicación detallada de cómo se hace. El régimen eleva el concepto de ley y orden por encima de todo tipo de moralidad.

Sigue declarando que

en la crisis presente, y especialmente durante el estado de emergencia, la «Teología Estatal» ha intentado restablecer el status quo de la discriminación, explotación y opresión sistemáticas apelando a la conciencia de sus ciudadanos en nombre de la ley y el orden.

Y más adelante:

Este Dios es un ídolo. Es tan malvado, siniestro y diabólico como los ídolos con los que tenían que luchar los profetas de Israel... Aquí tenemos un Dios que está históricamente del lado de los colonizadores blancos, que desposee de su tierra a los negros y da la mayor parte de la tierra a su «pueblo elegido». [...] Es el Dios del gas lacrimógeno, las balas de goma, los *sjamboks*, la cárcel y las condenas a muerte. Aquí hay un Dios que exalta a los orgullosos y humilla a los pobres, lo contrario del Dios de la Biblia. [...]

Qué raro es que las religiones —sobre todo las instituidas— se pongan a la cabeza de una confrontación con las autoridades civiles cuando se comete una injusticia monstruosa. Con cuánta frecuencia las autoridades religiosas eligen el camino seguro y contemporizan o hablan sobre la vida después de la vida, o dicen que se debe avanzar lentamente o que no es la función propia de la religión. Y, por otro lado, ¿con cuánta frecuencia las religiones establecidas se pronuncian con autoridad sobre aspectos de la ciencia, aspectos fácticos en los que corren el riesgo de ser desmentidas por el siguiente descubrimiento?

Esta idea fue muy bien resumida por Pierre-Simon, el marqués de Laplace, uno de los grandes científicos de la era posnewtoniana, y también partisano de la Revolución francesa. En su *Sistema del mundo*, en 1796, dijo: «Lejos de nosotros la peligrosa máxima que dice que a veces es útil engañar, falsear y esclavizar a la humanidad para garantizar su felicidad.»

Bien, en esta charla he intentado profundizar en las distintas maneras posibles de entender algunos de los aspectos clave de la creencia religiosa, que van desde la química del cerebro hasta el deseo de las autoridades políticas de mantener el poder. De ninguna manera se deriva de ello que las religiones no tengan función alguna, o que su función no sea beneficiosa. Pueden proporcionar de manera muy significativa, y sin parafernalia mística, criterios éticos para adultos, cuentos para niños, organización social para adolescentes, ceremoniales y ritos de paso, historia, literatura, música, consuelo en tiempos de pesar, continuidad con el pasado y fe en el futuro, pero también son muchas las cosas que no proporcionan.

Me gustaría concluir con una cita de los *Ensayos escépticos* de Bertrand Russell, publicados en 1928. Debo advertir que la cita destila ironía.

Quiero someter a la consideración favorable del lector una doctrina que temo que pueda parecer de lo más paradójico y sub-

versivo. La doctrina en cuestión es la siguiente: que no es deseable creer una proposición cuando no hay motivo alguno para suponer que sea verdad. Debo admitir, por supuesto, que si una opinión así se hiciera común, transformaría totalmente nuestra vida social y nuestro sistema político. Como en el presente ambos son perfectos, no hay motivo para creerla.

Crímenes contra la Creación

La tradición es algo precioso, una especie de síntesis de decenas o cientos de miles de generaciones de humanos. Es un don de nuestros antepasados. Pero es esencial recordar que la tradición ha sido inventada por seres humanos y sus objetivos son perfectamente pragmáticos. Si, en lugar de eso, creemos que las tradiciones proceden de un dios exhortador y sostenemos que el saber tradicional nos es transmitido directamente por una deidad, nos escandaliza la mera idea de cuestionarlos. Sin embargo, teniendo en cuenta que el mundo cambia rápidamente, sugiero que la supervivencia puede depender precisamente de nuestra capacidad de cambiar a la misma velocidad que lo hacen las condiciones.

Consideremos nuestras circunstancias pasadas. Imaginemos a nuestros antepasados, un grupo pequeño, itinerante y nómada de cazadores-recolectores. Seguramente en sus vidas se produjeron cambios. La última edad de hielo, hace diez o veinte mil años, debió de ser un buen reto. Seguramente hubo sequías y migraciones súbitas de nuevos animales a su región. Por supuesto que se debieron de producir cambios. Pero, en general, eran cambios extraordinariamente lentos. En los reductos paleoantropológicos del este de África, por ejemplo, la tradición de desportillar piedra y construir lanzas y puntas de flecha con ella ha persistido durante decenas o cientos de miles de años.

En una sociedad así, el cambio externo era lento comparado con el tiempo humano. En aquel entonces, el saber tradicional, las normas de los padres, eran perfectamente válidas y apropiadas durante generaciones. Los niños prestaban la máxima atención a sus tradiciones cuando crecían, porque representaban una especie de elixir de la sabiduría de las generaciones anteriores que se ponía a prueba constantemente y siempre funcionaba. Había un motivo para venerar a los antepasados. Eran héroes para las siguientes generaciones porque transmitían su sabiduría, que podía proteger vidas y salvarlas.

Comparémoslo ahora con otra realidad en la que los cambios externos, sociales, biológicos, climáticos o lo que sea, son rápidos en comparación con el ciclo de vida de una generación humana. En este caso, es posible que la sabiduría de los padres no sea relevante en las condiciones actuales. Lo que nos enseñaron y aprendimos de jóvenes puede tener una relevancia dudosa en las circunstancias del día. Se produce una especie de conflicto intergeneracional, y este conflicto no se limita a una generación con respecto a otra sino que también es interno, entre una misma generación, porque la parte de nosotros que fue educada hace veinte años, por ejemplo, entra en conflicto con la parte de nosotros que intenta lidiar con las dificultades de hoy. Así pues, afirmo que hay dos maneras diferentes de pensar condicionadas por estas dos circunstancias: cuando el cambio es lento comparado con el tiempo de vida de una generación y cuando es rápido. Se desarrollan diferentes estrategias de supervivencia, y me gustaría sugerir que nunca ha habido un momento en la historia de la especie humana en el que se hayan producido tantos cambios como en nuestra época. En realidad, podría afirmarse que, en muchos aspectos, nunca habrá una época en la que se produzca un cambio tan rápido como en nuestra generación.

Pensemos por ejemplo en el transporte y la comunicación. Hace sólo un par de siglos, el medio de transporte más rápido era a lomos de caballo. Ahora es, esencialmente, el misil balísti-

co intercontinental. Hay un aumento de velocidad de decenas de kilómetros por hora a decenas de kilómetros por segundo. Es un incremento muy sustancial. En comunicación, hace unos siglos, aparte de los sistemas raramente usados de hoguera y señales de humo, la velocidad de la comunicación era también la del caballo. Hoy en día, la velocidad de la comunicación es la velocidad de la luz, que no puede ser superada por nada, lo que representa un cambio de decenas de kilómetros por hora a 300.000 kilómetros por segundo. Esta velocidad nunca podrá superarse.

El mundo es totalmente diferente si la máxima velocidad de un mensaje es la que pueden alcanzar un caballo o una carabela, o bien la de la luz. La velocidad de la luz significa que podemos hablar —prácticamente a tiempo real— con cualquier persona de la Tierra o incluso de la Luna. Pensemos en la medicina. Hace unos siglos, la mayoría de los niños nacidos en las grandes familias de Europa morían en la infancia, a pesar de contar con la mejor asistencia médica de su época. Hoy en día, incluso los pobres de algunas naciones tienen una mortalidad infantil asombrosamente inferior a la de las cabezas coronadas del siglo XVII. O pensemos en la disponibilidad de medios seguros y baratos de control de la natalidad, que implica una revolución en las relaciones humanas y, sobre todo, en la condición de las mujeres. Todo eso son cosas que han pasado muy recientemente y podemos decir muchas, muchas más, que suponen un cambio no sólo en los detalles técnicos de nuestra vida sino en nuestra idea de nosotros mismos en el mundo. Cambios muy importantes, circunstancias en las que, por decir algo, la sabiduría de por ejemplo el siglo IX a. J. C. sea necesariamente relevante. Podría serlo, pero podría no serlo. Y, por tanto, también por esta razón —sobre todo por esta razón—, la sabiduría puede hallarse no en la observancia ciega de antiguos principios sino en la investigación vigorosa, escéptica y creativa de una amplia variedad de alternativas.

Tomemos mi caso por ejemplo; el tipo de ciencia que yo practico era totalmente impensable en otra época. Participo en la exploración espacial de mundos cercanos, algo que hace apenas dos generaciones, cuando la Luna era el paradigma de lo inalcanzable, se habría considerado la más pura fantasía. Algunos de ustedes recordarán los poemas y las canciones populares —como «Llévame a la Luna»— que equivalían a pedir lo imposible. Sin embargo, en nuestra época, una docena de seres humanos han hollado ya su superficie y, como destacaré en la charla de mañana, esta misma tecnología es la que nos permite destruirnos a nosotros mismos a escala global, una escala sin precedentes en toda la historia humana. El mero hecho de saber que esto es posible, aun si tenemos la suerte de que nunca ocurra, sin duda influye poderosamente en la vida de todos los que crecen en esta época, algo que no le había sucedido a ninguna otra generación de la historia humana.

En los últimos veinte años, he dedicado mucho tiempo a la exploración del Sistema Solar. Nuestros emisarios robóticos han dejado la Tierra, han visitado todos los planetas que los antiguos conocían, desde Mercurio a Saturno, y han reconocido unos cuarenta mundos más pequeños, los satélites de esos planetas. Hemos volado por todos esos mundos, hemos orbitado y desembarcado en tres de ellos: la Luna, Venus y Marte. Hay algo así como un millón de imágenes de primer plano de otros mundos en nuestros archivos, y es una experiencia notable. Se trata de un mundo que los seres humanos nunca habían conocido y que hemos explorado por primera vez. Es una continuación del afán de aventura que creo que ha sido la fuerza propulsora de la historia de la humanidad. Los mundos son encantadores. Son exquisitos. Verlos constituye una especie de experiencia estética.

En el caso de Marte, con las misiones de las *Viking*, hemos estado en la superficie de ese planeta durante años, al menos en dos escenarios, y hemos examinado nuestro entorno prácticamente todos los días. En cierto sentido, yo personalmente he pa-

sado un año en Marte en el curso de esta misión. Dediqué gran parte de mis momentos de vigilia a pensar en Marte. Ahora bien, al terminar esta experiencia, siento algo que no había previsto, y es que esos mundos, exquisitos e instructivos como son, hasta donde sabemos en este momento están privados de vida. En el maravilloso paisaje marciano, no hay una sola huella ni artefacto, ni una lata de cerveza, ni una brizna de hierba, ni una rata, ni siquiera, hasta donde sabemos, un microbio. En Marte, la Luna y Venus —los únicos planetas a los que hemos llegado— no hay, que nosotros sepamos, ningún tipo de vida. A lo mejor hay vida en algunos sitios de esos mundos que no hemos observado. Tal vez la hubo y ya no la hay. Puede que un día haya vida, pero de momento lo que sabemos es que no la hay.

Después de este tipo de experiencia, uno vuelve a mirar nuestro mundo y empieza a sentir algo especial. Reconoce que lo que tenemos aquí es en cierto sentido raro. Como he dicho antes, sospecho que la vida y la inteligencia son un caso común cósmico, pero no tan común que se encuentre en todos los mundos. Y, en realidad, en nuestro Sistema Solar, podemos descubrir que sólo haya vida en este mundo.

Esto nos dice que la vida no está garantizada, que la vida requiere algo especial, algo improbable. No sugiero en absoluto que requiera una intervención milagrosa, divina, mística, pero en un mundo natural puede haber acontecimientos probables y acontecimientos improbables, y estoy seguro de que depende de la naturaleza de los entornos de los otros planetas. Pero no hay ningún otro planeta que sea como la Tierra y, hasta donde sabemos, no hay otro planeta que contenga vida. Desde luego hay premoniciones e indicios de vida, el tipo de química orgánica de Titán, la gran luna de Saturno a la que me he referido antes, pero eso no es lo mismo que la vida. Así, tras una primera inspección superficial de nuestro Sistema Solar, podemos constatar algo importante sobre nuestra procedencia.

Cuando se investigan las perspectivas del tiempo, se encuen-

tra algo muy similar. Porque en el registro fósil está claro que casi todas las especies que han existido están extinguidas; la extinción es la norma, la supervivencia es la excepción. Ninguna especie tiene garantizada su permanencia en el planeta. Me gustaría describirles un acontecimiento al que ya me he referido como fundamental para el origen de la especie humana y que está relacionado con el tema principal de esta charla. Se trata del caso de extinción mundial que tuvo lugar hace 65 millones de años, en el límite entre los períodos de tiempo geológico del Cretácico y el Terciario, que también corresponde al final de la era Mesozoica y al principio de tiempos más recientes.



Aquí vemos un primer plano de la base de un acantilado junto a una carretera cerca de Gubbio, en el norte de Italia. Puede deducirse la escala de la imagen por el borde de una moneda de quinientas liras colocada encima. La costra de la superficie está un poco rascada y el material blanco es carbonato de calcio, esencialmente tiza, similar a la composición de los acantilados de Dover. Son los restos de incontables microorganismos que vivían en los mares cretácicos y formaron conchas de carbonato de calcio que fueron cayendo lentamente a través de las aguas cálidas de estos mares y se acumularon, en la era Cretácica, durante muchos millones de años. Este depósito, como pueden ver, llega a su final. El tiempo cambia hacia el extremo superior izquierdo. Sobre el carbonato blanco más viejo, hay una capa de roca rojiza, separada por un límite claro; bajo este límite se encuentran los últimos dinosaurios y, por encima del mismo, encontramos una asombrosa proliferación de pequeños mamíferos y grandes mamíferos, la secuencia que es un requisito previo para nuestros orígenes.



Figura 35. El registro del Cretácico-Terciario en las rocas de Gubbio

La prueba del acontecimiento que causó la extinción de los dinosaurios hace 65 millones de años fue descubierta en esta secuencia de estratos sedimentarios de Gubbio, en el norte de Italia. Las capas de caliza pálida en la parte superior izquierda son del período Terciario, cuando se extinguieron. En medio, la capa diagonal de arcilla negra contiene la lluvia de restos ricos en iridio del cráter producido por la colisión de un asteroide o cometa. Esta capa se encuentra en todas las partes de la Tierra donde hay rocas expuestas de esta época. El borde de una moneda sirve para marcar la escala.

La claridad de este límite en todo el mundo sugiere un acontecimiento catastrófico bastante reciente. El límite es esa fina capa de arcilla gris que recorre la imagen en diagonal. La arcilla —también en el ámbito mundial— tiene una concentración bastante alta, anómalamente alta, de un elemento químico llamado iridio y otros elementos parecidos del grupo de metales del platino. Es sabido que los asteroides, y presumiblemente también los núcleos cometarios, contienen mucha más cantidad de iridio que las rocas ordinarias de la Tierra. Y esta anomalía de iridio, ahora reafirmada por una amplia serie de otros datos, se toma generalmente como la prueba de lo que ocurrió para que se extinguieran los dinosaurios y la mayor parte de las demás especies de la vida en la Tierra hace 65 millones de años.

Ésta es la representación artística de un objeto, quizá un asteroide, quizá un núcleo cometario, que impacta en los océanos cretácicos. Tiene unos diez kilómetros de diámetro, una magnitud mayor que la profundidad del océano, por lo que es lo mismo que si impactase en tierra. La consecuencia inmediata es la formación en el fondo del océano de un cráter inmenso y la propulsión hacia las alturas de las finas partículas así generadas, que forman una nube compuesta por el fondo del mar pulverizado y el objeto impactante pulverizado, que tarda unos años en desaparecer de la atmósfera alta de la Tierra. Durante este período de tiempo, la luz del sol no alcanza la superficie de la Tierra y el resultado fue frío y oscuridad en todo el mundo que, a causa de las diferencias en la fisiología de mamíferos y reptiles, llevó a la extinción de los dinosaurios y muchos otros tipos de vida.

Esto es lo que les ocurrió a los dinosaurios. No tuvieron capacidad de preverlo ni, por supuesto, de impedirlo. Lo que me gustaría describir ahora es una catástrofe que en ciertos aspectos es bastante similar y pone en peligro el futuro de nuestra propia



Figura 36. Impacto del Cretácico-Terciario

Don Davis, uno de los grandes pintores de temas científicos, nos lleva al último segundo de pánico de la era de los dinosaurios. Un asteroide o cometa de unos diez kilómetros de diámetro se zambulló en el océano cerca de lo que ahora es Yucatán, en México, encendiendo fuegos abrasadores y produciendo una nube de humo y polvo que oscureció y heló la superficie de la Tierra.

especie. Es muy distinta en un aspecto: a diferencia de los dinosaurios, somos nosotros los que hemos creado, a un coste enorme, este peligro. Sólo nosotros somos responsables de su existencia y, si tenemos la valentía suficiente y estamos dispuestos a reconsiderar el saber convencional, tenemos medios para impedirlo. Este problema es la guerra nuclear.

Las bombas que destruyeron Hiroshima y Nagasaki —todo el mundo ha leído sobre ellas, todos sabemos algo de sus efectos— mataron a un cuarto de millón de personas, sin distinciones de edad, sexo, clase, ocupación ni nada. El planeta Tierra tiene actualmente cincuenta y cinco mil armas nucleares, casi la mayoría de las cuales son más poderosas que las bombas que destruyeron Hiroshima y Nagasaki y algunas de ellas, cada una por sí sola, mil veces más potentes.* De veinte a veintidós mil de estas armas se denominan armas estratégicas y están listas para ser lanzadas con la máxima rapidez posible, esencialmente a través de medio mundo hasta el país de otros. Los misiles balísticos tienen capacidad suficiente para que el tiempo de tránsito sea inferior a media hora. Veinte mil armas estratégicas en el mundo es un número muy alto. Preguntémonos por ejemplo cuántas ciudades hay en el planeta Tierra. Si la definición de una ciudad se basa en un lugar que cuenta con más de cien mil habitantes, hay dos mil trescientas ciudades en la Tierra. Así pues, si quisieran, Estados Unidos y la Unión Soviética podrían destruir todas las ciudades de la Tierra y aún les quedarían dieciocho mil armas estratégicas para hacer otra cosa con ellas.

Mi tesis es que no sólo es una imprudencia sino también una insensatez sin precedentes en la historia de la especie humana

* En 2006, los arsenales nucleares del mundo se han reducido a unas veinte mil armas, aún unas diez veces más de lo que sería necesario para destruir nuestra civilización global. Las principales reducciones desde 1985 se debieron al Tratado Start II de 1993, entre Estados Unidos y la Unión Soviética.

disponer de un arsenal tan grande de armas con ese poder destructivo. Los efectos inmediatos de la guerra nuclear son bastante conocidos. Diré unas cuantas palabras sobre ellos, pero quiero centrarme principalmente en los efectos globales y a largo plazo descubiertos más recientemente y por tanto menos conocidos.

Imaginemos la destrucción de la ciudad de Nueva York por dos explosiones nucleares de un megatón en una guerra global. Podríamos elegir cualquier otra ciudad del planeta y, en una guerra nuclear, podemos tener por seguro que esa ciudad sufriría un destino similar. Empezando por el World Trade Center y siguiendo en un radio de unos quince kilómetros a la redonda, los efectos arrasarian con todo. Somos conscientes de la bola de fuego y las ondas expansivas, los neutrones rápidos y los rayos gamma, los fuegos, los edificios destruidos, el tipo de cosas que causaron la mayoría de las muertes en Hiroshima y Nagasaki. Pero la radiación de la bomba también enciende fuegos, algunos de los cuales son apagados por las ondas expansivas cuando se eleva el hongo nuclear. Otros no.

Estos incendios pueden aumentar y, en muchos casos, aunque ciertamente no en todos, se unen y forman una tormenta de fuego. Estudios recientes sugieren que las tormentas de fuego podrían ser mucho más comunes y severas de lo que se había pensado en anteriores investigaciones, produciendo el mismo tipo de fuego que el del hogar de una chimenea con una corriente de aire excelente. El resultado global es el que ya sabemos: no queda ninguna ciudad en pie. Pero ése sería el menor de los problemas.

Más allá de la destrucción de las ciudades se formaría una nube de humo llena de hollín no sólo sobre la ciudad, sino que sería transportada por el fuego a alturas muy elevadas, donde ese humo negro recibiría el calor del sol y por tanto se expandiría todavía mas. Eso, obviamente, no ocurriría sólo sobre un objetivo sino sobre la mayor parte de ellos.

Las ciudades e instalaciones petroquímicas serían el objetivo preferente. Los vientos imperantes llevarían las finas partículas en una misma dirección, de oeste a este. Si se produjera un intercambio pleno, se detonarían algo así como diez mil armas nucleares.

Unos diez años después, todavía podría haber unas cuantas explosiones nucleares, por ejemplo de comandantes de submarinos nucleares que no se hubiesen enterado de que la guerra había terminado. El humo y el polvo circularían por todo el planeta y se extenderían entre el polo y el ecuador. El Hemisferio Norte quedaría casi totalmente impregnado de humo y polvo. Ráfagas de humo llegarían al Hemisferio Sur. Después, la nube atravesaría el ecuador hasta bien adentro de este otro hemisferio y, aunque los efectos serían un poco menores en éste, la luz del Sol disminuiría y también allí caerían las temperaturas.

Se han realizado algunos cálculos en el Centro Nacional de Investigación Atmosférica simulando una guerra de cinco mil megatones que se produjese en julio. La extensa expansión del humo veinte días después del fin de la guerra produciría descensos de la temperatura de quince a veinticinco grados centígrados por debajo de lo normal.

El resultado total, como podríamos imaginar, es malo. Los efectos son globales. Al parecer duran varios meses, posiblemente años. Imaginemos las desastrosas consecuencias mundiales que tendría sólo la destrucción de la agricultura. La zona diana, en la latitud media septentrional, es precisamente la región que constituye la fuente principal de exportación (y de los expertos) de alimentos al resto del mundo. Incluso países que hoy en día no tienen ningún tipo de problema de nutrición —por ejemplo Japón— podrían verse afectados de lleno por una guerra nuclear a causa de las nubes que se dirigirían al este desde China, una diana casi segura en una contienda. Pero incluso dejando eso de lado, que no hubiese efectos climáticos en Japón y no se lanzara ni una sola arma nuclear, más de la mitad de los alimentos que

come la gente en ese país son importados. Sólo eso mataría a una cantidad enorme de personas en Japón y los efectos reales serían mucho peores.

Cuando los científicos intentan valorar cuáles serían las consecuencias de una guerra nuclear, lo preocupante no son sólo los efectos instantáneos, que serían francamente malos. La Organización Mundial de la Salud calcula que, en una contienda de esas características especialmente cruel, los efectos inmediatos podrían matar casi a la mitad de personas del planeta. Pero también hay que tener en cuenta el invierno nuclear, el frío y la oscuridad que he descrito antes, condiciones que no sólo matarían a personas, plantas agrícolas y animales domésticos sino también al ecosistema. En el momento en que los supervivientes quisieran ir al ecosistema natural para vivir de él, lo encontrarían gravemente afectado.

Hay una especie de brebaje de brujas cuyos efectos apenas han sido estudiados por las instituciones de defensa, si bien algunas los han analizado más que otras. Entre ellos, por ejemplo, estarían las pirotoxinas, la niebla de gas venenoso producida por la quema de materiales sintéticos modernos de las ciudades; el aumento de rayos ultravioleta debido a la destrucción parcial de la capa protectora de ozono, y la lluvia radiactiva a medio plazo, que resulta ser unas diez veces más de lo que decían las confiadas garantías de distintos gobiernos. El resultado final de los efectos simultáneos de estas tensiones diversamente graves para el medio ambiente será sin duda la destrucción de nuestra civilización global, incluidas las naciones del Hemisferio Sur, muy alejadas del conflicto —naciones, si es que hay alguna, que no habrían participado en la disputa entre Estados Unidos y la Unión Soviética— y, sobre todo, huelga decirlo, naciones de latitud media septentrional.

Más allá de eso, muchos biólogos creen que tras la probable extinción masiva de plantas, animales y microorganismos podría darse la posibilidad de una reestructuración absoluta del tipo de vida que tenemos en la Tierra.

Tal vez no sería tan grave como la catástrofe del Cretácico-Terciario, pero se acercaría mucho. Una serie de científicos han dicho que, en esas circunstancias, no puede excluirse la extinción de la especie humana.

Lo de la extinción me parece grave. Es difícil concebir algo más grave, más digno de nuestra atención, y que exija más nuestra intervención inmediata para impedirlo. La extinción es para siempre. Es algo que desmonta la empresa humana y convierte en inútiles las actividades de todos nuestros antepasados durante estos cientos de miles o millones de años porque, sin duda, si lucharon por algo, fue por la continuidad de nuestra especie. Y, sin embargo, el registro paleontológico es absolutamente claro. La mayor parte de las especies acaban extinguiéndose. Nada nos garantiza que no nos ocurra a nosotros. Con el curso normal que llevan los acontecimientos, podría pasarnos. Sólo habría que esperar lo suficiente. Un millón de años es poco para una especie, pero nosotros somos una especie peculiar: hemos inventado el medio de nuestra propia autodestrucción, y puede decirse que somos sólo levemente reacios a utilizarlo.

Eso es lo que en una serie de teologías cristianas recibe el nombre de crímenes contra la Creación: la destrucción masiva de seres en el planeta, la interrupción de la ecología exquisitamente equilibrada que ha ido configurándose con esfuerzo a través del proceso evolutivo de este planeta. Así pues, dado que se reconoce claramente como un crimen teológico además de crimen de muchos otros tipos, es razonable preguntarse dónde están las religiones —las religiones establecidas, los posibles religiosos de pensamiento independiente— en lo relativo a la guerra nuclear.

Me parece que ésta es la cuestión, sobre todas las demás, por la que pueden calibrarse y juzgarse todas las religiones. Porque no cabe duda de que si la religión, o todo el resto, ha de continuar, la conservación de la vida es esencial y, desde mi punto de vista, creo que no hay cuestión de mayor urgencia. La guerra nu-

clear pone en peligro todo lo que nos puede interesar. Sean cuales sean las esperanzas personales de futuro que abriguemos, las ambiciones para nuestros hijos y nietos, las expectativas generalizadas para las futuras generaciones, todo está fundamentalmente amenazado por el peligro de la guerra nuclear.

Me parece que hay muchos aspectos en los que la religión puede empezar a desempeñar un papel beneficioso, útil, saludable, práctico y funcional en la prevención de la guerra nuclear, y hay otros que tal vez sean posibilidades más remotas pero, teniendo en cuenta lo que está en juego, vale la pena considerarlos. Uno de ellos tiene que ver con la perspectiva.

Bien es cierto que no todas las religiones tienen esta perspectiva de vigilancia y protección de la Tierra por parte de hombres y mujeres, pero podrían tenerla. La idea es que este mundo no está aquí sólo para nosotros, que es de todas las futuras generaciones humanas, y no sólo humanas. Incluso si uno tuviera una visión muy estrecha del mundo, si uno fuera «especieísta», en el mismo sentido que racista o sexista, también tendría que ir con mucho cuidado con respecto a todas las demás especies no humanas, porque en muchos aspectos complejos nuestras vidas dependen de ellas. Les recuerdo el hecho elemental de que respiramos los productos de desecho de las plantas y que las plantas respiran los productos de desecho de los humanos. Si pensamos en ello, se trata de una relación muy íntima, y responsable de cada una de nuestras inspiraciones de aire. En realidad, por lo visto dependemos de las plantas mucho más que ellas de nosotros. Así pues, la sensación de que éste es un mundo que vale la pena cuidar, me parece que es algo que podría estar en la base de las religiones que deseen contribuir significativamente al futuro de la humanidad.

También hay tipos de actividad política más directa. Por ejemplo, personas religiosas desempeñaron un papel en la abolición de la esclavitud en Estados Unidos y en otras partes. Las religiones tuvieron un papel fundamental en el movimiento de in-

dependencia en la India y otros países, y en el movimiento de los derechos civiles de Estados Unidos. Las religiones y los líderes religiosos han representado muy importantes papeles a la hora de sacar a la especie humana de situaciones en las que nunca nos tendríamos que haber metido, y que comprometían profundamente nuestra capacidad de sobrevivir; y no hay razón alguna por la que las religiones no puedan asumir papeles similares en el futuro. Por supuesto, hay circunstancias ocasionales, miembros del clero que han llevado a cabo tal tarea en tal crisis concreta, pero es difícil encontrar una religión mayoritaria que haya convertido este tipo de actividad política en su objetivo principal.

También hay que contemplar la cuestión de la valentía moral. Las religiones, al estar institucionalizadas y tener muchos miembros, son capaces de proporcionar modelos, de demostrar que los actos de conciencia son meritorios, respetables. Pueden tocar temas delicados. El papa, por ejemplo, ha planteado (aunque no ha respondido) la cuestión de la responsabilidad moral de los trabajadores que desarrollan y producen armas de destrucción masiva.

¿O está bien siempre que haya una excusa local? ¿Hay excusas mejores que otras? ¿Qué implicaciones tienen para los científicos, para los ejecutivos de empresa, para los que invierten en estas empresas, para el personal militar? El arzobispo de Amarillo ha animado a los trabajadores de unas instalaciones de armas nucleares de su diócesis a dejar el trabajo. Hasta donde yo sé, nadie le ha hecho caso. Las religiones pueden recordarnos verdades poco populares. Las religiones pueden decirle la verdad al poder. Es una función muy importante que a menudo no realizan otros sectores de la sociedad.

Las religiones también pueden poner freno a sus propias ideologías sectarias, especialmente cuando van contra la supervivencia humana. Pienso, por ejemplo, en la visión fundamentalista cristiana de Estados Unidos de que el fin del mundo esta predi-

cho de manera infalible en el Apocalipsis; que los detalles del libro del Apocalipsis son tan similares a los de una guerra nuclear que un cristiano tiene la obligación de no impedirla. El cristiano que lo intentase interferiría en el plan de Dios. De acuerdo, soy consciente de que lo he expuesto con mayor simplicidad que los defensores de estas opiniones, pero creo que el resultado es el mismo. Los cristianos pueden desempeñar un papel útil intentando tranquilizar a los que tienen estas ideologías, porque son muy peligrosos.

Supongamos que alguien con una creencia semejante estuviera en una posición de poder, que tuviera que tomar una decisión crítica en un momento dado y que, a la persona en cuestión, le pareciera que a lo mejor aquello era el cumplimiento de la profecía bíblica. Posiblemente no haría el esfuerzo de evitarlo, sobre todo si creía que él iba a ser una de las primeras personas en abandonar la Tierra y aparecer a la derecha de Dios. Es posible que tuviera curiosidad por ver cómo era todo eso. ¿Por qué retrasarlo?

La religión tiene una larga historia de brillante creatividad en el terreno del mito y la metáfora y éste es un momento que pide a gritos un mito y una metáfora pertinentes. Las religiones pueden combatir el fatalismo, pueden engendrar esperanza, pueden clarificar nuestros vínculos con otros seres humanos en todo el planeta, pueden recordarnos que estamos todos juntos en esto. La religión puede hacer muchas cosas para intentar impedir esta catástrofe definitiva. Definitiva para nosotros: quiero subrayar que no hablo de la eliminación de toda vida en la Tierra. Sin duda, las cucarachas, la hierba y los gusanos que sintetizan sulfuro y viven en respiraderos hidrotermales en el fondo del mar sobrevivirían a una guerra nuclear. No es la Tierra lo que está en juego, no es la vida en la Tierra lo que está en juego, lo que está en juego es nuestra existencia como seres humanos y todo lo que nosotros defendemos.

En este sentido también debería decir que al menos algunas

religiones tienen sugerencias concretas sobre los criterios de conducta moral que deberían observarse ante este problema. (No lo garantizo; no lo sé. El experimento no se ha llevado a cabo.) Y en especial está el tema de la regla de oro. El cristianismo predica que se debe amar a los enemigos. Desde luego no dice que se deba convertir a sus hijos en humo. Pero va mucho más lejos: no dice simplemente que haya que soportar y tolerar al enemigo, sino que hay que amarlo.

Bien, es importante preguntarse: ¿qué significa eso? ¿Es sólo una norma de cara a la galería o realmente es lo que creen los cristianos?

El cristianismo también dice que la redención es posible. Así pues, un anticristiano sería alguien que dijera que hay que odiar a los enemigos y que la redención es imposible, que los malos siempre serán malos. Entonces yo les pregunto: ¿qué postura es más adecuada en una época de armas apocalípticas? ¿Qué hay que hacer si un bando no profesa estas creencias y nosotros nos proclamamos cristianos? ¿Hay que adoptar los puntos de vista del adversario o los defendidos por el fundador de nuestra religión? También podemos preguntar: ¿qué posición adoptan uniformemente las naciones-estados? La respuesta a esta pregunta es muy clara. No hay nación alguna que adopte la postura cristiana en este tema. Ni una. Hay unas 140 naciones en la Tierra. Hasta donde yo sé, ninguna de ellas defiende el punto de vista del cristianismo. Es posible que haya buenas razones para ello, pero llama la atención que haya naciones que se enorgullezcan de su tradición cristiana y que no sean capaces de ver contradicción alguna entre esto y su actitud ante la guerra nuclear.

Y esto no sucede sólo con el cristianismo. La regla de oro fue predicada por el rabino Hillel antes de Jesús, y por el Buda siglos antes que el rabino Hillel. Se encuentra en muchas religiones diferentes. Aunque de momento, sin embargo, limitémonos al cristianismo. Me parece que el mandamiento de amar a nuestro enemigo para el cristianismo debe de ser algo fundamental; es

precisamente la contundencia de la regla de oro lo que lo distingue. No va acompañada de otras frases que digan: «Amad a vuestro enemigo a no ser que realmente éste no os guste nada.» Dice pura y simplemente amad a vuestro enemigo. Sin condicionales, sin copulativas, sin adversativas. La no violencia política ha logrado maravillas en nuestro tiempo. Mohandas Gandhi y Martin Luther King Jr. consiguieron unas victorias extraordinarias y, para mucha gente, inesperadas. Incluso podría ser un nuevo enfoque práctico, diferente, sin duda asombroso, frente a la carrera armamentística nuclear. Quizá no. Quizá sea erróneo e inútil. Quizá el punto de vista cristiano sobre este tema sea inapropiado en la era nuclear. Pero ¿no es curioso que ninguna nación de cristianos lo haya adoptado? Los líderes soviéticos no profesan el cristianismo, por tanto, si no siguen el camino del amor, no están en contradicción con sus creencias. Pero si los líderes de otras naciones occidentales se declaran cristianos, ¿cómo deberían actuar? Subrayo que yo no defiendo necesariamente una política así. No sé si funcionaría. Como he dicho, puede ser de una ingenuidad lamentable. Pero ¿no deberían aquellos que hacen exhibición pública manifiesta de su cristianismo seguir lo que sin duda es uno de los principios fundamentales de su fe?

La frase de «Haz a los demás lo que te gustaría que te hiciesen a ti» tiene un corolario: otros harán contigo lo que tú hagas con ellos. Y eso incluye, entre otras cosas, la historia de la carrera armamentística nuclear. Creo que, si no pueden obrar en consecuencia, los políticos practicantes de esa religión deberían confesar y admitir que son cristianos fracasados o aspirantes a cristianos, pero no cristianos con todas las de la ley, sin calificativos ni guiones.

Pienso, por tanto, que la perspectiva de la Tierra dentro del espacio y el tiempo es algo que tiene una fuerza enorme, no sólo educativa sino moral y ética. Creo que es una suerte para nosotros vivir en una época en que las imágenes de la Tierra desde el espacio están prácticamente a disposición de todos. Las vemos

por la noche en el parte meteorológico y apenas nos paramos a pensar en lo extraordinario que es nuestro planeta, la Tierra, nuestra morada, el sitio de donde venimos, visto desde el espacio. En mi opinión, cuando se mira desde el espacio, se ve en seguida que es un mundo frágil y pequeño, tremendamente sensible a la depredación de sus habitantes. Creo que es imposible ver este planeta y no pensar que lo que estamos haciendo es una insensatez. Estamos gastando un billón al año, en todo el mundo, en armamento. Un billón de dólares. Pensemos en lo que podríamos hacer con esa cantidad de dinero. Un visitante de otra parte —el legendario extraterrestre inteligente— que bajase a la Tierra y preguntase qué hacemos, que descubriese tantos prodigios de la mente humana y tanta parte de nuestra riqueza dedicadas no sólo a la guerra sino a medios de destrucción global masiva... un ser así deduciría sin duda que nuestras perspectivas no son buenas y seguramente se iría en busca de otro mundo más prometedor.

La visión de la Tierra desde el espacio es asombrosa. No hay límites nacionales visibles. Son los humanos quienes los han establecido, así como el ecuador, el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. El planeta es real. La vida en él es real, pero las separaciones políticas que se le han impuesto son fabricadas por el hombre. No han sido transmitidas desde el monte Sinaí. Todos los seres de este pequeño mundo son mutuamente dependientes. Es como vivir en un bote. Respiramos el mismo aire que respiran los rusos, los zambianos, los tasmanios y los pueblos de todo el planeta. Sean cuales sean las causas que nos dividen, como he dicho antes, la Tierra aún estará aquí mil o un millón de años más. La pregunta, la pregunta clave, la pregunta fundamental, en cierto sentido la única pregunta, es: ¿estaremos también nosotros?

La búsqueda

Sin saber qué soy y por qué estoy aquí, la vida es imposible.

León Tolstoi, *Anna Karenina*

Si la falta de respuesta a esta pregunta no nos hace la vida literalmente imposible, al menos aumenta sus dificultades. Es normal que los humanos necesitemos entender algo de nuestro contexto en un universo más amplio, imponente e inmenso. También es normal que necesitemos entender algo sobre nosotros mismos. La existencia de poderosos procesos inconscientes hace que haya partes de nosotros que nos sean desconocidas. Creo que esta doble investigación de la naturaleza del mundo y de nuestra propia naturaleza es, hasta cierto punto, el objetivo de la empresa humana.

Seguramente nuestro éxito como especie se debe más a nuestro tipo de inteligencia que a nuestras emociones, porque hay muchas, muchas especies de animales diferentes que tienen emociones y también muchas, muchas especies de animales diferentes que tienen distintos grados de inteligencia. Pero es nuestra inteligencia en concreto —nuestro interés por descubrir cosas, nuestra capacidad de hacerlo, junto con nuestra capacidad de manipulación y nuestro talento para la ingeniería— la responsable de nuestro éxito. Porque seguramente no somos más rápidos que todas las demás especies, ni nos camuflamos mejor, ni somos mejores cavadores, nadadores o voladores. Sólo somos más inteligentes. Y, al menos hasta la invención de las armas de

destrucción masiva, esta inteligencia nos ha llevado a un aumento constante —en realidad, exponencial— de población. En los últimos miles de años, el número de habitantes en el planeta se ha incrementado por un factor mucho más elevado que cien. Hay puestos de avanzada humana no sólo en todos los puntos del planeta, incluida la Antártida, sino también en las profundidades del océano y en la órbita cercana a la Tierra, y está claro que, si no nos acabamos destruyendo, este movimiento progresivo hacia fuera seguirá hasta que haya asentamientos humanos en mundos vecinos.

También me parece claro que, dentro de mil años, los historiadores, si es que hay alguno, verán nuestra época como un tiempo absolutamente crítico, un momento decisivo, un punto crucial en la historia humana. Porque, si sobrevivimos, este tiempo será recordado como el instante en que podríamos habernos autodestruido como especie, pero recuperamos la sensatez y no lo hicimos. También será la época en que el planeta se cohesionó. Y también se recordará como el momento en que, lenta y tentativamente, con titubeos, enviamos por primera vez a nuestros emisarios robóticos a los mundos vecinos y después fuimos nosotros mismos.

Bien, todo eso son hechos extraordinarios y sin precedentes. Nunca antes hemos tenido la capacidad de destruirnos a nosotros mismos y, por tanto, nunca hemos tenido la responsabilidad ética y moral de no hacerlo. Una manera de ver la época en que vivimos es la siguiente: empezamos hace cientos de miles de millones de años como miembros de tribus itinerantes cuya lealtad fundamental se debía a un grupo muy pequeño según los criterios contemporáneos. Los grupos de cazadores-recolectores estaban formados quizá por unas cien personas, por lo que la persona tipo del planeta profesaba lealtad a no más de cien o doscientas personas.

Los nombres que muchas de estas tribus se dan a sí mismas son conmovedores por su estrechez de miras. A lo largo de todo

el planeta, la gente se llama a sí misma «el pueblo», «los hombres», «los humanos», mientras que todas las demás tribus no son pueblos, no son hombres, no son humanos; son otra cosa. Eso, desde luego, no significa que haya un estado de guerra constante entre estas tribus, como por ejemplo imaginaba Thomas Hobbes. Hay razones para pensar que una fracción significativa de estos primeros grupos eran amantes de la paz, buenos y tranquilos, y no les interesaba la agresión sistemática e institucionalizada, que es la función de los estados en tiempos posteriores.

Con el paso del tiempo, estos grupos se fusionan, a veces voluntaria, a veces involuntariamente, y la unidad con la que uno se identifica y a la que profesa lealtad aumenta. La secuencia es conocida para todos los que estudian historia de las civilizaciones en la universidad. En ellos se ve cómo las lealtades se trasladan a grupos más grandes, a ciudades-estado, a naciones establecidas, a imperios. Hoy en día, una persona tipo de la Tierra es obviamente un mosaico de identificación política, económica, étnica y religiosa, y debe lealtad a un grupo o grupos compuestos por cien millones de personas o más. Está claro que hay una tendencia constante y, si esa tendencia continúa, llegará un momento, probablemente en un futuro no muy lejano, en que la identificación tipo de la persona media sea con la especie humana, con todos los habitantes de la Tierra.

Cuanto más miremos el planeta desde fuera, cuanto más lleguemos a verlo como un mundo exquisito, pequeño, en el que todos dependemos de todos los demás, antes se producirá esta percepción global. A pesar de los defectos de las organizaciones internacionales, no deja de ser asombroso que en nuestra época, en este siglo y los anteriores, pero especialmente en éste, hayan surgido y perseverado organizaciones de ámbito global en las que participan prácticamente todas las naciones de la Tierra. Desde luego, no podemos esperar que sean perfectas. Sus imperfecciones son casi inevitables debido a la novedad de la organización y al hecho de que los seres humanos somos imperfectos,

pero son una tendencia, un indicio, de la dirección en la que nos encaminamos, siempre que no nos destruyamos a nosotros mismos.

Podemos ver nuestra época como una carrera entre estas tendencias en conflicto: cohesionar el planeta, conservando, a ser posible, parte de su diversidad étnica y cultural, y la contraria, destruir el planeta, no en el sentido geofísico sino en el sentido del mundo que conocemos. No está claro en absoluto cuál de estas dos corrientes en pugna vencerá dentro del ciclo de vida de todos ustedes, que están entre los primeros que oyen estas palabras.

Otra manera de verlo es como un conflicto dentro del corazón humano, como un dilema entre las partes burocrática, jerárquica y agresiva de nuestra naturaleza, que en un sentido neurofisiológico compartimos con nuestros antepasados reptiles, y las otras partes: la generalizada capacidad de amor, de compasión, de empatía con otros que externamente quizá no tengan nuestro aspecto ni hablen, actúen o se vistan como nosotros; la capacidad de entender que el mundo exterior está centrado y concentrado en nuestro córtex cerebral. Nuestra supervivencia es (¿cómo podríamos haber pensado que no fuera así?) un reflejo de nuestra propia naturaleza y de cómo administramos estas tendencias en conflicto dentro del corazón y la mente humanos.

Como vivimos una época tan extraordinaria y sin precedentes, no está claro en absoluto que las antiguas prescripciones sigan siendo válidas hoy en día. Eso significa que debemos estar dispuestos a considerar toda una serie de nuevas alternativas, algunas que no se habían pensado antes y otras que sí, pero que han sido sumariamente rechazadas por una u otra cultura. Corremos el riesgo de pelearnos a muerte por cuestiones ideológicas.

Creo que nos matamos unos a otros, o amenazamos con matarnos unos a otros, en parte porque tenemos miedo de no llegar a saber la verdad, de que alguien con una doctrina diferente pue-

da aproximarse más a ella. Nuestra historia es en parte una batalla a muerte entre mitos enfrentados. Si no puedo convencerte, te mato. Esto te hará cambiar de idea. Eres una amenaza para mi versión de la verdad, especialmente la verdad sobre quién soy yo y cuál es mi naturaleza. La idea de que pueda haber dedicado mi vida a una mentira, de que pueda haber aceptado una idea convencional que ya no se corresponde, si es que alguna vez lo hizo, a la realidad externa, es una constatación muy dolorosa. Mi tendencia será resistirme a ella hasta el final. Estoy dispuesto a hacer lo que sea para no llegar a descubrir que la visión del mundo a la que he dedicado mi vida no es la correcta. Lo digo en términos personales para no decirlo en segunda persona, para no acusar a nadie de esa actitud, pero creo que entenderán que no se trata de un mea culpa: lo que intento es describir una dinámica psicológica que creo que existe y que es importante y preocupante.

Lo que necesitamos es adquirir dotes de explicación, de diálogo, de lo que solía llamarse lógica y retórica y que era esencial en toda educación universitaria, un adiestramiento de las dotes de compasión que, como las intelectuales, necesitan ponerse en práctica para perfeccionarlas. Si comprendemos la creencia de otro, tenemos que entender las deficiencias e inadecuaciones de la nuestra, y esas deficiencias e inadecuaciones son muy importantes. Es así sea cual sea la tradición política, ideológica, étnica o cultural de la que procedamos. En un universo complejo, en una sociedad sometida a cambios sin precedentes, ¿cómo podemos encontrar la verdad si no estamos dispuestos a cuestionarlo todo y a juzgarlo todo con imparcialidad? Hay una cerrazón mundial que pone en peligro la especie. Ha existido siempre, pero los riesgos no eran tan graves, porque entonces no había armas de destrucción masiva disponibles.

En Occidente tenemos Diez Mandamientos. ¿Por qué ninguno de ellos nos exhorta a aprender? «Entenderás el mundo. Comprenderás las cosas.» No hay ningún mandamiento así. Y muy pocas religiones nos empujan a potenciar nuestra compren-

sión del mundo. Me parece asombroso que las religiones, en general, se hayan acomodado tan mal a las sorprendentes verdades que se han descubierto en los últimos siglos.

Pensemos un momento en el conocimiento científico sobre nuestro planeta. La idea de que hace casi 15.000 millones de años el universo, o al menos su forma actual, tuvo su origen en el Big Bang; que hasta unos 5.000 millones de años a partir de entonces no se formó la galaxia de la Vía Láctea; que hasta unos 5.000 millones de años más después de eso, no se formaron el Sol ni los planetas ni la Tierra; que hace 5.000 millones de años, en una Tierra completamente distinta a la que conocemos hoy, se dio una producción a gran escala de moléculas orgánicas complejas que llevó a un sistema molecular capaz de autorreplicación, empezando con ello la larga secuencia evolutiva, dificultosa y exquisitamente bella, que, desde aquellos primeros organismos, apenas capaces de hacer vagas copias de sí mismos, condujo hasta la espléndida diversidad y matices de la vida que adorna hoy nuestro pequeño planeta.

Hemos crecido en este mundo, encerrados en él, en cierto modo sin conocer la existencia de nada más allá de nuestro entorno inmediato, obligados a comprender lo que nos rodeaba por nuestra cuenta. Qué empresa tan valiente y difícil la de edificar, generación tras generación, sobre lo que se ha aprendido del pasado; cuestionar el saber convencional; estar dispuesto, a veces con gran riesgo personal, a desafiar las ideas predominantes y, poco a poco, emergiendo lentamente de este tormento, adquirir una comprensión bien fundamentada, en muchos sentidos predictiva y cuantitativa, de la naturaleza del mundo que nos rodea. No entender todos los aspectos de este mundo por completo más que a través de aproximaciones sucesivas, entender cada vez un poco más. Ahora nos enfrentamos a un futuro difícil e incierto y me parece que, si queremos sobrevivir, necesitaremos todos esos talentos que nuestra evolución y nuestra historia han ido perfeccionando.

Una cosa que sorprende especialmente en la cultura contemporánea es la escasez de visiones positivas sobre el futuro inmediato. Los medios de comunicación muestran todo tipo de escenarios apocalípticos y futuros espantosos, con tendencia a un tipo de profecía que se retroalimenta. ¿Tan raro sería que viéramos una proyección de veinte, cincuenta o cien años hacia el futuro, de un mundo en el que hubiésemos recuperado la sensatez y comprendido las cosas? Podemos hacerlo. Nada dice que inevitablemente tengamos que fracasar ante estos retos. Hemos resuelto problemas más difíciles en muchas ocasiones. Por ejemplo, en otro tiempo existía una doctrina sobre el derecho divino de los reyes. Decía que Dios dio a los reyes y las reinas el derecho a gobernar a su pueblo y, en aquel entonces, gobernar significaba realmente eso: «gobernar» algo no muy diferente de «poseer», y clérigos eminentes argüían que eso estaba claramente escrito en la Biblia. Era la voluntad de Dios. Eminentes teólogos seculares, como por ejemplo Thomas Hobbes, decían lo mismo. Pero sin embargo, se desencadenó una secuencia de grandes revoluciones en todo el mundo —la americana, la francesa, la rusa y muchas otras— que hicieron que nadie en el planeta, excepto algún emperador atávico ocasional de algún pequeño país de corta vida, crea en los derechos divinos de los reyes. Ahora es algo embarazoso, algo en lo que creían nuestros antepasados, pero no nosotros en esta época ilustrada.

O pensemos en la esclavitud, que Aristóteles argumentaba que era incuestionable, que formaba parte del orden natural de las cosas, que los dioses la exigían, que cualquier movimiento para liberar a los esclavos era contrario a la intención divina. Y los esclavistas, a lo largo de la historia, han recurrido también a pasajes de la Biblia para justificar la posesión de esclavos. Sin embargo hoy, en otra gran secuencia de acontecimientos en todo el mundo, la esclavitud legal ha sido esencialmente eliminada, y es algo de nuestro pasado que nos incomoda, algo en lo que seguramente deberíamos pensar como una vislumbre importante de

un lado oscuro de la naturaleza humana al que deberíamos resistirnos. Sin duda, el daño causado a las personas que vivieron en esclavitud no podrá ser compensado, pero hemos hecho notables progresos.

O pensemos en la condición de las mujeres, acerca de la que finalmente el mundo toma conciencia en nuestro tiempo, o incluso en cosas como la viruela y otras enfermedades fatales o desfiguradoras, enfermedades infantiles que en otros tiempos se creían inevitables, una maldición divina. El clero decía, y algunos lo dicen todavía, que esas enfermedades eran enviadas por Dios como castigo para la humanidad. Sin embargo, ya no hay casos de viruela en el planeta. Gracias a unas decenas de millones de dólares, y al esfuerzo de médicos de cien países coordinados por la Organización Mundial de la Salud, la viruela ha sido erradicada de la Tierra.

Los intereses a favor del derecho divino de los reyes o la esclavitud eran muchos. Los reyes tenían mucho interés en el derecho divino de los reyes. Los esclavistas tenían interés en la continuación de la esclavitud. Pero ¿quién tiene interés en la posibilidad de una guerra nuclear? Es una situación muy diferente. Hoy en día todo el mundo es vulnerable y, por tanto, pienso que es importante recordar que hemos afrontado y resuelto problemas mucho más difíciles que éste.

La única dificultad es que la amenaza de guerra nuclear tiene que abordarse con rapidez, porque es mucho lo que hay en juego. El reloj no deja de avanzar. No podemos permitirnos un ritmo pausado.

Supongamos que uno es lingüista y está interesado en la naturaleza y la evolución del lenguaje, pero desgraciadamente sólo sabe una lengua. Por muy inteligente que sea, por muy completo que sea su diccionario de esta lengua —pongamos, el nahuatl—, se verá muy limitado en su capacidad de generar una teoría amplia, interdisciplinaria y predictiva de la misma. ¿Cómo podría conseguirlo sabiendo una sola? Si Newton, al trabajar en

la teoría de la gravitación, se hubiera limitado a las manzanas y no hubiera observado el movimiento de la Luna o la Tierra, está claro que no habría hecho grandes progresos. Es precisamente la capacidad de observar los efectos de aquí abajo y los efectos de allí arriba, y compararlos, lo que permite y estimula el desarrollo de una teoría amplia y general. Si estamos anclados en un planeta, si sólo conocemos este planeta, nuestra limitación para la comprensión incluso de este planeta es extrema. Si sólo conocemos un tipo de vida, estamos extremadamente limitados en nuestra comprensión incluso de este tipo de vida. Si sólo conocemos un tipo de inteligencia, estamos extremadamente limitados en el conocimiento de este tipo de inteligencia, pero si buscamos a nuestros homólogos en otra parte, si ampliamos nuestra perspectiva, aunque no encontremos lo que buscamos, la búsqueda nos ofrece un marco para comprendernos mucho mejor a nosotros mismos.

Creo que si alguna vez llegamos a creer que entendemos plenamente quiénes somos y de dónde venimos, habremos fracasado. Pienso que esta búsqueda no lleva a la satisfacción complaciente de saber la respuesta, no produce el arrogante sentimiento de que tenemos la respuesta delante de nosotros y sólo necesitamos un poco más de experimentación para descubrirla. Por el contrario se trata de llevar a cabo un decidido intento de saludar al universo como es realmente, no para endosarle nuestras predisposiciones emocionales sino para aceptar con valentía lo que nuestra exploración nos muestre.



Preguntas y respuestas seleccionadas

Después de cada conferencia, se dedicó un espacio de tiempo, que resultó muy animado, a preguntas y respuestas. Lamentablemente, las transcripciones dejan entrever que, en algunos casos, los micrófonos que se ofrecieron al público no funcionaban correctamente. Éstos son los fragmentos de las sesiones que se conservan.

CAPÍTULO UNO

Pregunta: ¿Cuándo es probable que establezcamos contacto con otro tipo de inteligencia?

C. S.: La profecía es un arte desagradecido, pero diría que está claro que si no intentamos buscar esta inteligencia, será muy difícil encontrarla. Es de destacar que vivimos en una época en que la tecnología nos permite, al menos de manera vacilante, buscar esta inteligencia, sobre todo construyendo grandes radio-telescopios para escuchar las señales —señales de radio— que nos envíen civilizaciones desde planetas de otras estrellas.

Pregunta: Teniendo en cuenta los logros de científicos seguidos por gente como Newton y Kepler, ¿hay probabilidades

de que la ciencia llegue algún día a demostrar la existencia de Dios?

C. S.: La respuesta depende mucho de lo que signifique para nosotros Dios. La palabra «dios» se utiliza para una inmensa multitud de ideas excluyentes entre sí, y creo que las distinciones, en algunos casos, están intencionadamente enmarañadas para que nadie se ofenda interpretando que se habla de su propio dios.

Pero les daré una idea de los dos polos de la definición de Dios. Uno es la visión por ejemplo, de Spinoza o Einstein, que es más o menos que Dios es la suma total de las leyes de la física. Sería una locura negar que hay unas leyes de la física. Si nos referimos a eso al hablar de Dios, sin duda Dios existe. Lo único que tenemos que hacer es observar cómo caen las manzanas.

La gravitación newtoniana se da en todo el universo. Podríamos pensar que existía un universo donde las leyes de la naturaleza estuviesen limitadas a una pequeña porción de espacio o tiempo. No parece ser así, y la gravitación newtoniana es un ejemplo, pero la mecánica cuántica es otro. Podemos observar los espectros de galaxias distantes y ver que se les pueden aplicar las mismas leyes de la mecánica que aquí. Se trata de algo profundo y extraordinario: las leyes de la naturaleza existen y son las mismas en todas partes. Así pues, si eso es lo que queremos decir cuando hablamos de Dios, entonces diría que ya tenemos una prueba excelente de su existencia.

Pero ahora tomemos el extremo opuesto: el concepto de Dios como hombre gigantesco con una larga barba blanca, sentado en un trono en el cielo y llevando la cuenta de la caída de cada gorrión. Desde luego, sostengo que de este tipo de dios no hay prueba alguna, y aunque estoy abierto a recibir cualquier aportación, personalmente dudo de que llegue a encontrarse una prueba fiable de un dios así no sólo en el futuro cercano sino también en el remoto. Y los dos ejemplos que les he dado son prácticamente todo el abanico de ideas a que se refiere la gente cuando menciona la palabra «dios».

C. S.: La pregunta que se me ha formulado es si estaba familiarizado con Demócrito, a partir de mi sugerencia de que ahora sabemos cosas que en el pasado no se sabían. Demócrito es uno de mis héroes. Pienso que sé más que Demócrito, pero no pretendo ser más inteligente que él; tengo la ventaja de que entre él y yo ha habido dos mil quinientos años de científicos. Por ejemplo, les diré unas cuantas cosas que yo sé y Demócrito no sabía. Él dijo que la galaxia de la Vía Láctea estaba compuesta de estrellas. Muy adelantado para su época. Lo que no sabía es que había otras galaxias. Nosotros lo sabemos.

Conocemos la existencia de muchos más planetas que él. Los hemos examinado de cerca. Sabemos cuál es su naturaleza física. El no lo sabía, aunque al menos especulaba que estaban hechos de materia. Nosotros tenemos una idea de cuántas estrellas hay en la galaxia de la Vía Láctea.

Demócrito era atomista. Es difícil que alguien supere mi admiración por Demócrito y, si la civilización occidental hubiera aceptado su visión en lugar de dejarla de lado para seguir las pálidas teorías de Platón y Aristóteles, mi opinión personal es que estaríamos mucho más avanzados.

C. S.: Me preguntan si no podría ser que me hubiera equivocado de extremo al mirar por el telescopio; dicho de otro modo: el campo propio de la religión ¿no es el corazón y la mente humanos, las preguntas éticas y cosas así, y no el universo?

Bueno, no puedo estar más de acuerdo con quien me ha formulado la pregunta, sólo que es asombroso cuántas religiones han pensado que la astronomía entraba dentro de su campo y han hecho declaraciones sobre asuntos astronómicos. Es posible diseñar religiones en las que sea posible la refutación. Se trata simplemente de hacer afirmaciones que no puedan ser confirmadas ni falsificadas, y algunas religiones se han manifestado claramente a este respecto. Eso significa que no se puede afirmar nada sobre la antigüedad del mundo, que no se puede hacer ninguna de-

claración sobre la evolución, ninguna declaración sobre la forma de la Tierra (la Biblia deja bastante claro, por ejemplo, que la Tierra es plana), etcétera. Y también hay religiones que se pronuncian sobre el comportamiento humano, un campo en el que, desde mi punto de vista, tienen contribuciones importantes que hacer. Pero es muy raro que una religión evite la tentación de pronunciarse sobre aspectos astronómicos, físicos y biológicos.

Pregunta: ¿Cree que los humanos de nuestra época podrían hacer frente al descubrimiento de inteligencia extraterrestre?

C. S.: Sin duda. ¿Por qué no? Bueno, está claro que el descubrimiento de algo muy diferente preocupará a la gente precisamente porque es diferente. Podemos ver el grado de xenofobia en determinadas culturas humanas hacia seres humanos que en bien poco difieren de nosotros; y cómo éstos son objeto de grandes temores, preocupación, violencia, agresión, crimen y delitos terribles. Por tanto, no cabe duda de que si recibiéramos una señal, o si nos encontrásemos cara a cara o ante la parte del cuerpo que corresponda con otro ser inteligente, podríamos experimentar temor, horror, aversión, repulsión, y sentimientos así.

Pero la recepción de un mensaje es una cosa muy diferente. Ni siquiera estaríamos obligados a descifrarlo. Si nos pareciera ofensivo, podríamos ignorarlo. Y hay una especie de cuarentena providencial entre las estrellas, con sus tiempos de tránsito muy largos incluso a la velocidad de la luz, que creo que evita, si no elimina del todo, esta dificultad.

C. S.: Se me ha formulado la pregunta de si no es un objetivo fundamental de las religiones la idea de un dios personal, una finalidad para los individuos y para la especie como un todo, y si no es una de las razones para el éxito a nivel emocional (parafraseo sus palabras) de muchas religiones. A continuación, ha dicho que él mismo no ve demasiadas pruebas de que el universo astronómico tenga un propósito.

Tiendo a estar de acuerdo con usted, pero diría que el propósito no se impone desde fuera, sino que se genera desde dentro. Nosotros *creamos* nuestro propósito, y mostramos una especie de abandono de nuestra obligación de humanos cuando decimos que el propósito ha de venir impuesto desde fuera o contenido en algún libro escrito hace miles de años. Vivimos en un mundo diferente al de hace miles de años. Es evidente que tenemos la gran obligación de garantizar nuestros objetivos, uno de los cuales es sobrevivir. Y eso tenemos que descubrirlo nosotros mismos.

CAPÍTULO DOS

Pregunta: ¿Qué opinión tiene sobre la naturaleza de los orígenes de vida inteligente en el universo?

C. S.: ¡Estoy a favor!

CAPÍTULO CUATRO

Pregunta: Soy un poco escéptico ante la ecuación de Drake. No establece realmente cuánta vida extraterrestre hay. Lo único que indica es si quien la utiliza es pesimista u optimista. Y, habida cuenta de esto, ¿por qué utilizarla?

C. S.: Es una buena pregunta. Y tiene una buena respuesta, y es que podría resultar que, antes de terminar el ejercicio, incluso en el caso optimista, el número de civilizaciones sea tan bajo que la búsqueda carezca de sentido. Hay una secuencia de números perfectamente plausibles que conducen a un gran número de civilizaciones. No garantiza nada, pero preserva la prueba inicial. Ésta es la única función que tiene, aparte del hecho satisfactorio de que con una sola ecuación se conecta la astrofísica estelar, la cosmogonía del sistema solar, la ecología, la bioquímica, la antropología, la arqueología, la historia, la política y la psicología patológica.

Pregunta: Oh, eso me asusta mucho. Pero hay un hecho que creo que el profesor Sagan no ha mencionado en la formulación de Drake. Se trata de que sólo ha tenido en cuenta esta galaxia y no las otras —no sé— miles o millones de galaxias, hasta llegar al Big Bang de hace 15.000 millones de años. Entonces, lo que quiero decir es que, si se adopta esta fórmula concreta, ¿por qué no multiplicarla por ese factor concreto?

C. S.: Otra vez una buena pregunta, pero yo sólo hablaba de la justificación de la búsqueda de señales de civilizaciones avanzadas en nuestra galaxia. Desde luego, podemos imaginar que existen en alguna otra galaxia. Para que aquí llegasen sus señales, tendrían que tener una tecnología mucho más avanzada que la nuestra, pero es perfectamente posible que así sea. Y, en realidad, Frank Drake y yo sólo hemos hecho una búsqueda de galaxias cercanas precisamente con esta idea en mente. No hemos encontrado nada en las pocas frecuencias que observamos. Pero cuando uno empieza a imaginarse señales que vienen de otra galaxia, piensa en grandes capacidades y, por tanto, dedicación significativa de alguna otra civilización para intentar establecer contacto con lo que para ellos sería una galaxia distante. Si imaginamos civilizaciones en nuestra propia galaxia, al menos podemos confiar en que sepan que este sistema solar es una morada plausible para vivir, aunque no nos hayan visitado para comprobarlo; que hay alguna manera de que puedan enviar un mensaje específico a esta región particular de la galaxia. En mi opinión, es imposible que sea así desde una galaxia distante.

Sin embargo, eso me recuerda que he olvidado algo. Las civilizaciones realmente muy cercanas pueden detectar nuestra presencia, y esto es debido a que la señal de la televisión viaja. No sólo la televisión sino también el radar. La televisión y el radar viajan. La mayor parte de la radio en AM, por ejemplo, no lo hace. Por tanto, hablemos un momento de la televisión. ¿Cuándo se empieza a emitir a gran escala televisión comercial en la Tierra? A finales de la década de 1940, sobre todo en Estados Unidos.

Es decir, hace cuarenta años hay una onda esférica de señales de radio que viajan a la velocidad de la luz, expandiéndose cada vez más a medida que pasa el tiempo. Cada año que transcurre está un año luz más lejos de la Tierra. Ahora, digamos que han pasado cuarenta años, por lo que la vanguardia de esta onda esférica en expansión está a cuarenta años luz de la Tierra, dando noticia de una civilización que acaba de llegar a la galaxia. Y no sé si saben cómo era la televisión en Estados Unidos en la década de 1940, pero salían Howdy Doody, Milton Berle, las audiencias Ejército-McCarthy y otros signos de alta inteligencia en el planeta. Bueno, a veces me preguntan: si hay tantos seres inteligentes en el espacio, ¿cómo es que no han venido? Ahora ya lo saben. Una señal de su inteligencia es que no hayan venido. (Es una broma.) Pero es un hecho que da qué pensar, que las sosas transmisiones de televisión sean nuestros principales emisarios a las estrellas. Esto implica un aspecto de nosotros mismos sobre el que creo que sería muy bueno que pensáramos.

CAPÍTULO CINCO

Pregunta: ¿Cómo reconocer la verdad cuando se nos presenta?

C. S.: Una pregunta simple: ¿cómo reconocemos la verdad? Por supuesto, es difícil. Pero hay unas cuantas reglas sencillas. La verdad tiene que tener coherencia lógica. No debe contradecirse; es decir, hay algunos criterios lógicos. Tiene que estar en concordancia con lo que ya sabemos. Ése es un aspecto más que hace que los milagros sean cuestionables. Sabemos muchas cosas del universo: una diminuta parte, sin duda, una parte lamentablemente diminuta, pero en todo caso sabemos algunas cosas con bastante fiabilidad. Así, cuando buscamos la verdad, deberíamos estar seguros de que no está en desacuerdo con todo lo demás que sabemos. También deberíamos prestar atención a las ganas que tenemos de dar crédito a una opinión determinada. Cuanto más

deseemos creerla, más escépticos tenemos que ser. Eso implica cierta autodisciplina valerosa. Nadie dice que sea fácil. Creo que esos tres principios al menos aventarán una gran cantidad de paja. No hay garantía de que lo que quede sea verdad, pero al menos reducirá significativamente el campo del discurso.

Pregunta: ¿Tiene algún comentario que hacer sobre el Sudario de Turín?

C. S.: El Sudario de Turín es casi con toda seguridad un engaño; es decir, no un engaño contemporáneo sino del siglo XIV, cuando había un tráfico significativo de ese tipo de engaños. Mi conocimiento técnico del Sudario de Turín procede del doctor [Walter] McCrone, de Chicago, que ha trabajado en él durante años. Descubrió que la «sangre» eran pigmentos de óxido de hierro y que no hay nada en él que no pueda ser explicado mediante la tecnología disponible en el siglo XIV. Por otra parte, no hay noticias de ese Sudario antes del siglo XIV.* Siento que mi conocimiento sobre este tema sea de segunda mano y sé que hay gente que cree en él por razones obvias. No, lo siento, no he sido justo al decir esto. Hay gente que cree que es el auténtico sudario que envolvió el cuerpo de Jesús después de morir en la cruz, pero las pruebas son escasas.

Pregunta: Los religiosos hablan de fantasmas y milagros. Los físicos proponen ecuaciones. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre ellos?

C. S.: Muy buena pregunta. ¿Cómo podemos saber qué es qué? Una cosa que podemos hacer es comprobar la explicación en función de su repetitividad, de su verificabilidad. Así, por

* En 1988, el Vaticano permitió que se dataran unas muestras de material del sudario original por el método del radiocarbono. Tres laboratorios (en Arizona, Oxford y Zurich) determinaron por separado que la tela data de 1260 a 1390 d. J. C.

ejemplo, si los físicos después de Isaac Newton dicen que la distancia que un objeto que cae recorre en un tiempo t es una constante de t^2 veces, si uno es escéptico sobre eso o lo duda, puede realizar el experimento y descubrirá que si el objeto tarda el doble en caer, va cuatro veces más lejos, y así sucesivamente. Ellos también dicen que la velocidad aumenta proporcionalmente al tiempo. Puede comprobarse. Uno puede tirar pedruscos desde un puente, si la policía lo permite, y comprobar esas hipótesis. Al cabo de un rato, uno tiene la sensación de que, al menos en unos campos determinados, los físicos saben de qué hablan. Lo más notable es que los físicos budistas encuentran la misma regularidad, así como los físicos hindúes, los ateos, los cristianos, etcétera. Todos encuentran las mismas leyes de la naturaleza, ya que éstas no dependen de la cultura local ni de la enseñanza local. Lo que los físicos dicen parece ser cierto en toda la Tierra, y después de observar otros planetas, otras estrellas, otras galaxias, hemos visto que en todas partes rigen las mismas leyes.

Bien, eso no quiere decir que todas las opiniones de todos los físicos tengan ese grado maravilloso de regularidad. Estos dentíficos cometen errores, como todos los demás humanos, pero la ventaja que tienen los físicos es que hay entre ellos una tradición de escepticismo y de comprobar mutuamente las opiniones de los otros, mientras que en la religión hay mucha reticencia a desafiar lo que dice otro miembro de la misma casta profesional. No es así en la física: a un físico le gusta casi tanto desaprobar la opinión de otro físico como demostrar algún nuevo principio de la física, y ya saben la famosa declaración de Newton en el sentido de que, si él había visto más lejos, era porque se había subido a hombros de gigantes. Lo que quería decir es que en la ciencia hay un progreso continuo y que, mediante esta progresión de ideas, mediante estas comprobaciones mutuas, se avanza mucho. Mientras que, si tomamos las supuestas pruebas religiosas de la existencia de Dios, es muy notable que no se haya ofrecido ninguna prueba nueva —dejando de lado la validez de las mismas—

desde hace siglos. El principio antrópico del que hablé en una charla anterior es lo más cercano, pero es simplemente una variante del argumento basado en el diseño.

Así pues, metodológicamente veo una diferencia significativa entre cómo procede la ciencia y cómo procede la religión. Un interpelante anterior ha ofrecido un buen ejemplo. Ha dicho: «Los científicos hablan de la expansión del universo. ¿Qué empezó esta expansión?» Bien, muchos astrofísicos dirían que no es su problema. Su problema es decirnos lo que hace el universo pero no por qué lo hace. Evitan la cuestión del porqué, y no por modestia, aunque a veces lo expresan de una manera que sugiere que es mejor no meterse en cuestiones realmente grandes. Sin embargo, a los físicos les encanta meterse con las grandes cuestiones. La razón por la que preguntas como «¿Por qué el universo se expande?» se consideran fuera de lugar es porque no se puede realizar ningún experimento para comprobarlo.

C. S.: La pregunta está relacionada con el Triángulo de las Bermudas que, en realidad, no es significativamente diferente del tema de los ovnis y de los antiguos astronautas. Es un ejemplo igual de bueno. Se trata de un caso en que, si se analizan las desapariciones misteriosas o hundimientos de aviones y barcos, se encuentra, según se dice, una significativa concentración de estas desapariciones en una región triangular de las Bermudas. Las explicaciones que se han propuesto son muchas, una de las cuales es que hay un ovni en el fondo del Atlántico que engulle los aviones y los barcos.

Bien, podrían decirse varias cosas al respecto. ¿Las pruebas estadísticas son como se afirma? En realidad, ¿hay alguna prueba estadística? ¿Se han comparado? Los defensores del «misterio» del Triángulo de las Bermudas ¿comparan la tasa de pérdida de barcos y aviones en las Bermudas con la pérdida de barcos y aviones en alguna otra región del mundo con un tiempo comparable y una zona con la misma frecuencia de tráfico? Ellos no lo

intentan en ninguna parte, pero otros sí, y no encuentran la más mínima prueba de que la tasa de desaparición en las Bermudas sea superior a la de cualquier otro sitio.

Y también me gustaría plantear una cuestión relacionada. ¿Cómo es que no hay ejemplos de desapariciones misteriosas de trenes? El tren sale de una estación, todo parece ir bien, y se espera que llegue a otra estación. No lo hace. Van a buscarlo por la vía: ¡ha desaparecido! Lo que pasa es que en el mar un barco puede hundirse. Para las desapariciones misteriosas hay una explicación natural, mientras que las oportunidades de desaparecer misteriosamente en las vías de ferrocarril son más complicadas.

Les contaré un caso famoso antes de terminar. Se había construido un enorme rotor eléctrico para una planta generadora de electricidad —he olvidado exactamente dónde era; digamos que era en Michigan— y tenía que ser transportado unos mil quinientos kilómetros más o menos sobre una plataforma de ferrocarril con el rotor atado en posición vertical. Salió de la fábrica perfectamente bien. El tren llegó a su destino, pero sin el rotor. Este había desaparecido, de modo que, como era una pieza de maquinaria muy cara, los detectives de la compañía de ferrocarril (está claro que es un caso muy diferente de los que tienen que tratar habitualmente) recorrieron cada uno de los mil quinientos kilómetros en un pequeño vagón y no encontraron rotor alguno junto a la vía del ferrocarril. Es decir, realmente había desaparecido. Sobrenatural. Había compañías de seguros implicadas porque era una pieza cara, por lo que se llevó a cabo una segunda búsqueda. No pudieron encontrarlo. Nadie del tren había visto que se cayese nada.

Pasaron veinte años y entonces, a unos cinco kilómetros de la vía, se drenó un pantano para un proyecto de viviendas, y allí, en el fondo del pantano, apareció el rotor, que debió de romper los amarres y recorrió los cinco kilómetros rodando hasta el pantano. ¿Pueden imaginarse salir a dar una vuelta de noche y encontrarse esta aparición rodante? Si alguien lo hubiera visto, segura-

mente le habría servido de impulso para fundar una nueva religión.

CAPÍTULO SEIS

Pregunta: Me gustaría preguntarle por las últimas afirmaciones que ha hecho. Hablaba de las pruebas que Dios habría podido darnos de su propia existencia» ¿No le parece que es un poco arrogante por su parte pensar que, por ejemplo, sería posible que Él hubiera... que Dios hubiera dejado en escritos religiosos el tipo de declaraciones que usted sugiere cuando nosotros no habíamos alcanzado el estadio de desarrollo actual? Por ejemplo, si Él hubiera hecho una declaración sobre la relatividad, hace cien años, no habría tenido ningún sentido. ¿No puede ser que haya declaraciones que dentro de cien años adquieran un sentido que ahora no les vemos? En segundo lugar, un ejemplo más específico, algunas personas de la Universidad Hebrea de Tel Aviv declaran que en la Torá en hebreo hay varias palabras o mensajes en los que se ocultan los nombres de treinta y tres árboles, con las letras de cada árbol espaciadas regularmente en los pasajes. Y dicen que, sin ordenador, sería imposible que alguien hubiera descubierto estos mensajes tan complicados.

C. S.: ¿Pertenece usted a la tradición cabalística?

Pregunta: Ajá.

C. S.: Lo he estudiado un poco, y creo que es un ejemplo del error estadístico producto de la enumeración de circunstancias favorables; es decir —¿cómo decirlo?— hay una correlación asombrosa entre los terremotos de los Andes y las oposiciones del planeta Urano. ¿Es una relación casual o no? Lo primero que uno se pregunta es: ¿cuántas relaciones tendrían que buscarse antes de que se dedujera concretamente ésta? Los volcanes de Sicilia con oposiciones del planeta Marte... imaginemos cuántos

volcanes hay en el mundo, cuántos terremotos, cuántos planetas, cuántas estrellas. Si empezamos a hacer un número específico de correlaciones cruzadas, evidentemente, de vez en cuando encontraremos una coincidencia, y lo que tiene que hacerse en un conocimiento a posteriori es añadir todos esos otros casos de posibles coincidencias que se han dado o que podrían haberse dado.

Bien, los casos que ha mencionado me parecen muy ambiguos. Y yo preguntaría, entre otras cosas, ¿por qué no se han entregado estos resultados a las principales revistas científicas, *Nature*, por ejemplo, en Gran Bretaña, o *Science*, en Estados Unidos? ¿Qué tipo de revista especializada tienen? Además, ¿por qué algo tan oscuro como los tipos de árboles? ¿Por qué no la estructura detallada de mil proteínas de aminoácidos?

En la primera parte de su pregunta sobre si no podría ser que estas pistas nos estuvieran esperando pero que no fuéramos lo bastante inteligentes para comprenderlas, bien, de acuerdo. Nunca puede excluirse esta posibilidad, aunque es una base frágil sobre la que fundamentar una fe religiosa. Cuando sean descubiertas, entonces hablaremos de ellas, pero no hasta entonces. A lo mejor hay una descripción completa de todo lo que queremos saber escrita en la superficie de Plutón, y no llegaremos allí hasta mediados del siglo XXI, por lo que no nos queda más remedio que esperar. Perfecto. Hablemos de ello a mediados del siglo XXI. De momento, no tenemos estas pruebas.

Pregunta: En realidad, Dios está aquí. Dios es amor.

C. S.: Bueno, si decimos que la definición de Dios es la realidad, o que la definición de Dios es amor, no voy a discutir la existencia de la realidad ni del amor. Ciertamente, soy partidario de ambos. Sin embargo, de eso no se deduce que Dios, definido de este modo, tenga algo que ver con la creación del mundo o con cualquier acontecimiento de la historia humana. No se deduce que sea omnipotente, omnisciente, etcétera. Lo único que yo digo es que debemos buscar la coherencia lógica de las distin-

tas definiciones. Si se dice que Dios es amor, está claro que el amor existe en el mundo, pero no es la única cosa que existe. La idea es que el amor lo domina todo, y yo deseo profundamente que así sea, pero sólo echando una mirada a los periódicos pueden hallarse muchos argumentos que sugieren que el amor no parece estar en alza en los asuntos políticos contemporáneos, y no me parece que ayude decir, perdóneme, que Dios es amor, porque hay muchas definiciones diferentes de Dios que significan cosas bastante distintas. Si se confunden todas las definiciones de Dios, es difícil saber de qué hablamos. Hay una gran oportunidad de error, en este caso. Así pues, mi propuesta es que llamemos «realidad» a la realidad, que llamemos «amor» al amor y que no le llamemos Dios, que aunque tiene una gran cantidad de otros significados, no son exactamente éstos.

Pregunta: Doctor Sagan, ayer mencionó algo sobre cómo Rusia enfoca su historia y dijo que Trotsky prácticamente había sido eliminado de ella. ¿Qué le parecería si le dijera, como corolario de eso, que quizá alguien pueda ser introducido en la historia? Por ejemplo, Jesucristo.

C. S.: Sin duda es posible. La única prueba de la existencia de Jesús está en los cuatro Evangelios y los libros siguientes. Y, aparte de esto, sólo tenemos el relato de José en la *Historia de los judíos*, que según sugieren algunas pruebas internas fue introducido posteriormente por apólogos cristianos. Por otro lado, a mí personalmente me parece que los relatos del Evangelio son razonablemente coherentes y no veo ningún problema especial en Jesús como figura histórica, como tampoco en Mahoma, Moisés y Buda. Para todos ellos, diría que la hipótesis menos insatisfactoria es que eran personas reales, figuras históricas genuinas, grandes hombres, los detalles de cuyas vidas y misiones han sido sin duda distorsionados tanto por posteriores defensores como por posteriores detractores. Es inevitable. Es como funcionan las cosas humanas.

Pregunta: Me gustaría preguntarle por qué cree que un ser omnipotente podría tener interés en dejar pruebas de su existencia.

C. S.: Creo que estoy totalmente de acuerdo con lo que dice. No hay razón alguna por la que deba esperar que un ser omnipotente deje pruebas de su existencia, sólo que las Conferencias Gifford versan precisamente sobre esta prueba. Y espero que quede claro que porque no encuentra pruebas de la existencia de Dios crea que Dios no existe.

Es una afirmación muy diferente. *La ausencia de prueba no es prueba de ausencia*. Tampoco es prueba de presencia. Y estamos otra vez en una situación en la que se necesita tolerancia ante la ambigüedad. Esta afirmación les sirve a los que —y son la inmensa mayoría de los teólogos contemporáneos— creen que hay pruebas naturales de la existencia de Dios o de dioses. Yo no tengo problema alguno con todo eso y, como usted ha dicho, si existiera un dios que nos concediera el libre albedrío, o simplemente se diera cuenta de que teníamos libre albedrío y deseara que lo siguiéramos teniendo, entonces Él, Ella o Ello podría perfectamente no darnos prueba alguna de su existencia precisamente por esa razón.

Y esto está relacionado con una de las muchas ramificaciones del problema de la inteligencia extraterrestre. En realidad, hay un paralelismo perfecto entre los dos casos. Permítanme dedicarle un momento. Se han generado dos tipos de argumentos. Uno dice que si existe la inteligencia extraterrestre, su capacidad superaría en mucho la nuestra. Observemos lo que hemos hecho nosotros en unos miles de años de civilización. Imaginemos otros seres que están millones o miles de millones de años más avanzados que nosotros. Imaginemos lo que podrían hacer. ¿Por qué no han venido? ¿Por qué no han rediseñado el cosmos de modo que su existencia se haga evidente sólo mirando al cielo de noche? «Beban *Coca-Cola*», escrito en las estrellas. Algo así. O un mensaje más religioso que éste. Pero ¿por qué el universo no es

tan claramente artificial como para que no quepa duda de la existencia de inteligencia extraterrestre? No es de ningún modo una teoría diferente; sólo está reformulada en lenguaje moderno con términos ligeramente distintos. Y una de las explicaciones—hay muchas; sobre un tema sin datos se pueden sostener debates muy apasionados— es la llamada hipótesis zoo, que dice que hay un acuerdo de no interferencia en las civilizaciones emergentes, porque los extraterrestres quieren ver lo que harán los humanos; que se desarrollen por su cuenta sin interferencia exterior, y que, por tanto, es rigurosamente respetado que ninguna de las civilizaciones avanzadas aterricen en la Tierra. Y me parece que eso es muy parecido, no idéntico, a lo que usted decía de la omnipotencia y el libre albedrío.

Pregunta: En cuanto a la idea de que Dios dejase pruebas sorprendentes de su existencia en las Escrituras, creo que el propósito de Dios es dejar pruebas a lo largo del tiempo para que todos los hombres, incluidos los niños, entiendan que existe, no dejar una prueba para que alguien la descubra al cabo de mil años y beneficie a una sola generación.

C. S.: No, a todas las generaciones siguientes.

Pregunta: O a todas las generaciones siguientes, pero...

C. S.: Mil años son como un instante para El.

Pregunta: Como un día, de acuerdo. Como físico, no creo que la física se ocupe de la verdad. Creo que se ocupa de sucesivas aproximaciones a la verdad.

C. S.: Estoy de acuerdo.

Pregunta: Creo que si tratase de la verdad, nos quedaríamos sin trabajo. Por tanto, soy consciente de que en la historia de la física no se puede decir que se ha conseguido la ecuación definitiva de la gravedad o la ecuación definitiva de la mecánica cuántica.

tica o algo así. Y eso me recuerda, en realidad, una cita de Einstein que dice que Dios no juega a los dados, y me parece difícil reconciliarlo con estas opiniones que usted ha expuesto de la presunción de Einstein de que Dios era equivalente al universo y a las leyes de la mecánica cuántica.

C. S.: Sin duda es coherente. Lo que él decía era que creía que había variables ocultas de las cuales podrían deducirse las regularidades estadísticas de la mecánica cuántica en el mismo sentido que se podía deducir la mecánica newtoniana ordinaria. Es lo que dijo.

Pregunta: Sí, pero no aceptaba la mecánica cuántica actual como el final de la historia.

C. S.: Ciertamente. Decía que la indeterminación de la mecánica cuántica entraba en conflicto con su idea de un universo regido por leyes universales.

Pregunta: Y lo atribuía a Dios.

C. S.: A lo que él llamaba Dios. Exacto.

Pregunta: Gracias.

C. S.: Pero que es muy diferente del tipo de Dios tradicional.

Pregunta: Bueno, podría no serlo.

C. S.: Einstein dijo explícitamente que era diferente. Por ejemplo, en su primera visita a Estados Unidos, el arzobispo de Boston le envió un telegrama angustiado preguntándole cuáles eran exactamente sus opiniones religiosas, y él las expresó muy explícita y valientemente, aunque no había duda de que no era la visión religiosa tradicional de Dios. Bueno, no importa, porque Einstein es sólo un hombre, pero como todos nosotros lo admiramos, es bueno saber lo que dijo realmente.

Pregunta: Sí.

C. S.: Y no era la visión tradicional en absoluto.

Pregunta: Sí, bueno, sí. Lo creo. Hablando de pruebas de la existencia de Dios, me gustaría plantear la perspectiva de que no hay prueba alguna totalmente satisfactoria de que exista nadie de esta sala. No sé si usted tiene alguna. Creo que, en definitiva, que la gente de esta sala existe se trata de una creencia de uno u otro tipo y, poniendo las pruebas de la existencia de Dios en este contexto, estamos exigiendo mucho más a la demostración de la existencia de Dios que a la de nuestra propia existencia.

C. S.: Pero la aportación... la aportación de pruebas es tarea de los que afirman que Dios existe, ¿no cree?

Pregunta: Creo que es lo que usted ha dicho. Yo no lo creo, en realidad.

C. S.: ¿Usted cree que los que tienen que buscar las pruebas son los que dicen que Dios no existe?

Pregunta: Diría que es tarea de ambos. No sé por qué tendría que ser tarea de los que dicen que Él existe.

C. S.: Pero ¿diría que, sea cual sea la opinión, la responsabilidad de demostrar la presencia o ausencia recae igualmente en los que están de acuerdo y en los que están en desacuerdo?

Pregunta: Es realmente lo que creo.

C. S.: ¿Ha pensado en las implicaciones políticas de lo que dice?

Pregunta: Bueno, no se trata de un tema político, me parece.

C. S.: No, pero pensaba que lo que planteaba era una proposición general.

Pregunta: Si tomamos una proposición física, ¿diría que en

todos los casos la responsabilidad de la prueba es demostrar un tipo de caso u otro?

C. S.: La responsabilidad de la prueba recae siempre sobre los que sostienen la teoría.

Pregunta: Bueno, de acuerdo, sí, pero sólo en el sentido de que están desaprobando la otra teoría.

C. S.: No, no. No se puede estar en una zona en la que nadie tiene otras opiniones.

Pregunta: Sí, bueno...

C. S.: Es así, y me parece bastante adecuado. Porque, si no, si los que propusieran una teoría no tuvieran la responsabilidad de demostrar su veracidad, se lanzarían con total inconsciencia. Aquí tienen una serie de treinta y una proposiciones que hago, adiós. Quiero decir, nos dejaría con un caos.

Pregunta: Sí, de acuerdo. Sí, ya lo entiendo, entiendo lo que quiere decir. Sí.

C. S.: El público se está riendo. Quiero decir que creo que son... algunas de sus propuestas son muy buenas, y esta forma de diálogo me gusta y la encuentro maravillosa.

Pregunta: No estoy de acuerdo con la manera como ha presentado algunas pruebas de la existencia de Dios. Me gustaría darle otra prueba. Bueno, no lo llamaría prueba sino teoría, porque no creo que la existencia de Dios pueda demostrarse en términos totalmente lógicos.

C. S.: Entonces estamos de acuerdo.

Pregunta: Hubo un científico eminente llamado sir James Jeans, miembro de la Royal Society en la década de 1930, que publicó un libro llamado *El universo misterioso* en el que comentaba detalladamente los nuevos descubrimientos de la física, y presen-

taba un argumento bastante elegante sobre la existencia de Dios que se basaba en una ley casi no expresada muy sencilla que decía que si dos cosas interactúan, tienen que ser parecidas en algún aspecto. Seguía diciendo que es bastante posible que alguien que ve salir el Sol una bella mañana tenga un pensamiento bello y poético al respecto. Analizaba la cadena de acontecimientos que producía este pensamiento poético. Empezaba en el Sol, con la luz que emitía, su viaje a través del espacio, su paso por la atmósfera superior, donde era refractada y, después, finalmente, llegaba a la lente del ojo, se centraba en la retina y viajaba como un impulso nervioso hasta el cerebro para producir un pensamiento.

Decía que había dos maneras de mirarlo. Podía decirse que en cierta manera el pensamiento era una forma de energía, por su capacidad de interactuar con la energía, o bien la energía una forma de pensamiento.

C. S.: Son dos posibilidades de una amplia serie de maneras de mirarlo.

Pregunta: Dos de una amplia serie. Sí. Ahora bien, los científicos que se limitan a la visión puramente racional del hombre dirían que es obvio que los pensamientos son una forma de energía.

C. S.: No, no es un buen argumento. Es un argumento de neurología premoderna de la década de 1930: «Los pensamientos son una forma de energía.»

Pregunta: Bueno, es igualmente válido decir que a lo mejor la energía que hay en el universo está relacionada en cierto modo con el pensamiento.

C. S.: Puede estar, quizá, relacionada en cierto modo.

Pregunta: Si es así, para que haya un universo que todo el mundo observa como el mismo, tiene que haber un ser que produzca el pensamiento.

C. S.: ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué la selección natural no puede adaptar gran cantidad de organismos relacionados a las mismas leyes de la naturaleza?

CAPÍTULO SIETE

C. S.: He recibido una carta que termina diciendo: «A veces me ha parecido que sus opiniones eran un poco inocentes e inmaduras, pero esta semana espero algo mejor.» Espero no haberles decepcionado. Les voy a leer una afirmación de esta persona que da muestras de una profunda preocupación y que me pide que respete su anonimato. Dice: «En varias ocasiones, me ha parecido que intentaba cuantificar lo que es una experiencia cualitativa. Hay un mundo espiritual y físico superpuesto, como si dijéramos, a lo físico. Mundos dentro de mundos. El hombre no es sólo un ser físico sino también una entidad espiritual y psíquica.»

Bien, mi única respuesta es que ésta es una afirmación que, desde mi punto de vista, tiene que ser demostrada. Tendría que preguntar: «¿Cuál es la prueba de que somos más que seres materiales?» No creo que nadie dude de que la materia forma parte de nuestra composición. Y la pregunta es: ¿cuál es la prueba convincente de que no constituye el todo?

Pregunta: Señor, tengo la sensación de que todavía tenemos que crecer mucho. El científico quizá no sabe todavía cómo introducir un ser superior en la imagen y, de pronto, hay cosas psíquicas que son espirituales. Usted ha esgrimido una serie de argumentos erróneos para refutar el elemento psíquico. Debe usar un argumento similar. Así, pasarán cientos de años antes de que los científicos puedan demostrar la parte psíquica de la vida.

C. S.: ¿Concedería la posibilidad de que no hay una parte psíquica de la vida?

Pregunta: No.

C. S.: ¿No es una posibilidad? ¿No hay la más mínima duda en su mente?

Pregunta: Soy de esas personas que vive con un pie en cada lado de la vida. Un pie en el lado psíquico y otro pie muy práctico, como una ejecutiva, en el mundo. Lo he demostrado.

C. S.: ¿Qué deberíamos hacer en general en un diálogo como éste? Aquí estoy. Digo que tengo la mente abierta. Me satisface ver pruebas, y la respuesta que recibo a veces es: «Tengo esta experiencia. Es convincente para mí, pero no puedo dársela a usted.» Bien, ¿no cree que esto impide el diálogo? ¿Cómo vamos a comunicarnos?

Pregunta: Bueno, veré, creo que está anulando las facultades mentales que tiene y dice: «Yo soy esto. Eso es erróneo.» Hay facultades que uno realmente no puede crear, porque ya están en la mente, las facultades espirituales.

C. S.: Bueno, veré, no digo que no —no está demostrado—, que no haya prueba de que esto exista. Pero antes de poner en marcha un gran programa para alentarlas, primero tiene que demostrar que existen.

Pregunta. No entiendo que tenga usted que tocar el piano para saber que puede hacerlo.

C. S.: No, pero sí que necesito al menos, antes de empezar a tocarlo, ver que el piano existe, que hay alguien sentado ante él, que mueve los dedos y produce música. Esto me convence de que existe un piano, que existe algo así como la música y que producir música en un piano no está inútilmente más allá de la capacidad de los humanos. Pero cuando pregunto por algo comparable en el mundo psíquico, nunca se me muestra. Nunca hay nadie que venga y produzca un —no sé—, un dragón psíquico de siete metros de altura. Ni hay alguien que venga y escriba en

la pizarra la demostración del último teorema de Fermat. Simplemente nunca hay nada en lo que se pueda hincar el diente. Entenderá por qué me siento un poco frustrado con eso.

Pregunta: Lo entiendo. Pero usted posee facultades que pueden abrirle la puerta.

C. S.: ¿Quiere decir que confía en mí para que encuentre el mundo psíquico? No.

Pregunta: Espero que cada individuo pueda encontrarlo por sí mismo. Es una cuestión de educación personal.

C. S.: Creo que antes de entrar en la educación, tenemos que demostrar que hay algo sobre lo que educarse. No niego de ningún modo que no nos quede una gran cantidad de cosas por aprender. Creo que en realidad hemos descubierto una mínima parte de las maravillas de la naturaleza. Pero, hasta que los que creen en el mundo espiritual, psíquico o como se llame puedan demostrar realmente de alguna manera su existencia, me parece que no es probable que los científicos dediquen gran cantidad de su tiempo a estudiar esa posibilidad.

Pregunta: ¿Qué confianza le merecen como pruebas las lecturas de electroencefalogramas que se han hecho en determinados experimentos con personas que practican diferentes tipos de meditación, quizá a partir de las enseñanzas orientales, y que se ha visto que registraban más pautas de ondas cerebrales centrales durante el tiempo en que tenían los sentidos físicos suspendidos y la mente sumergida en el consciente, el subconsciente, la inconsciencia, si quiere? Se hizo en la Universidad de Berkeley [University of California, Berkeley] con una buena amiga mía, situada en un entorno simulado para crear estas circunstancias.

C. S.: Bien, estoy de acuerdo que existe lo que se llama mente inconsciente. Hay todo tipo de pruebas en nuestra vida cotidiana, y Freud proporcionó una teoría convincente de su exis-

tencia. Creo que es esencial que lo entendamos, y creo que tiene un papel poderoso, quizá incluso dominante, en las relaciones internacionales, y ésta es pues una razón muy práctica para entenderla.

También creo que hay estados alterados de conciencia que pueden ser provocados por... —está relacionado con lo que he dicho antes—, por la privación sensorial y por determinadas contribuciones moleculares. Pero no conozco ninguna prueba de que no sea un modo de interacción diferente de las moléculas de nuestro cerebro, una secuencia diferente de conexiones intermitentes de neuronas; es decir, que hay otras maneras de garantizar que el cerebro funciona. Que no entendemos estas maneras del todo eso también es verdad, pero de que sea otra cosa que materia... no hay ni una pizca de evidencia. ¿He respondido a su pregunta?

Pregunta: Sí.

C. S.: Gracias.

Pregunta: Profesor Sagan, tengo una pregunta sobre la hipótesis de Dios. ¿No cree que la ciencia, habitualmente obligada a encontrar las respuestas a cosas materiales y a hacer como que intenta encontrarlas, sometida a presión y admiración públicas, se ha aventurado en esta ocasión en un terreno religioso en el que quizá debería hacer una aproximación más cauta, teniendo en cuenta la falta de pruebas escrupulosas y que la fe es insustancial admitidas por usted mismo? Desde mi punto de vista, el objetivo de la ciencia era servir a la humanidad, no el de la humanidad servir a la ciencia.

C. S.: Estoy francamente de acuerdo con la última frase, pero no veo que esté relacionada con el resto de lo que usted ha dicho. Mi impresión personal es que, desde luego, la ciencia tiene limitaciones, y acabo de hablar de una pequeña parte del mundo que creo que entiendo. Pero es el único método que ha demostrado

funcionar. Si pensamos en lo fácil que es engañarnos, autoengañarnos —éste era el meollo de algunas de las discusiones de ovnis que hemos tenido—, entonces está claro que lo que necesitamos es una aproximación terca y escéptica a las opiniones que expresamos en esta área. Y esa aproximación terca y escéptica ha sido probada y puesta a punto, y se llama ciencia.

«Ciencia» es sólo una palabra latina que significa «conocimiento», y me cuesta creer que alguien se oponga al conocimiento. Creo que la ciencia funciona mediante un cuidadoso equilibrio de dos impulsos aparentemente contradictorios. Uno es una capacidad sintética, holística, generadora de hipótesis, que alguna gente cree que está localizada en el hemisferio derecho de la corteza cerebral, y el otro una capacidad analítica, escéptica, escrutadora, que alguna gente cree que está localizada en el hemisferio izquierdo de la corteza cerebral. Creo que sólo la mezcla de los dos, la generación de hipótesis creativas y el rechazo escrupuloso de las que no se corresponden con los hechos, permite progresar a la ciencia o a cualquier otra actividad humana.

En cuanto a lo de enfocar científicamente los asuntos de religión, creo que está implícito en la invitación a un científico para dar estas conferencias. Difícilmente podía dejar la ciencia en la calle antes de entrar en la sala. Me habría presentado ante ustedes desnudo.

Pregunta: Justo al final de su conferencia, ha citado a Bertrand Russell diciendo que no debe creerse una proposición si no hay buenas razones para creer que es cierta. Bien, probablemente eso ya sea en sí mismo una proposición. ¿Qué razones tendría para creer en ella?

C. S.: Sí. Es una pregunta muy buena que lleva a una regresión infinita, y fíjese que Russell dijo que simplemente proponía esa proposición a nuestra consideración. Russell, en su encarnación matemática, era precisamente autor de paradojas lógicas como la que usted acaba de sugerir. Así pues, si lo que quiere es

que la declaración esté justificada con una lógica interna —es decir, un sistema cerrado coherente— obviamente no puede ser, porque lleva a una regresión infinita. Pero, como decía, me parece que la aproximación de escrutinio escéptico se presenta a nuestra atención porque en el pasado ha funcionado bien. Cuántos descubrimientos fueron posibles —he intentado exponer algunos físicos y astronómicos en las conferencias anteriores— gracias a que la ciencia no aceptaba el saber convencional, no creía a ciegas lo que se enseñaba en los libros religiosos y seculares, lo que todo el mundo sabía —las enseñanzas de Aristóteles sobre física y astronomía, por ejemplo—, sino preguntando: «¿Realmente hay pruebas de ello?» Es el método de la ciencia. En cada paso a lo largo del camino ha producido algunas revisiones angustiosas y ha provocado profundo disgusto, y yo lo entiendo muy bien, pero me parece que si no nos dedicamos a la verdad en este sentido de verdad, estamos perdidos.

CAPÍTULO OCHO

Pregunta: ¿Hasta qué punto le parece grave el problema que hay en Estados Unidos con los creacionistas?

C. S.: Bien, personas diferentes tienen opiniones diferentes. Algunos cristianos fundamentalistas no tienen ninguna duda respecto a que el mundo terminará dentro de poco tiempo, que las señales, sobre todo la formación en 1948 del Estado de Israel, son claras; es decir, hay fundamentalistas cristianos, al menos en Estados Unidos —y no sé si en alguna otra parte del mundo— que creen profundamente que es así. Y que habrá tribulación y éxtasis, y hay toda una mitología sobre los hechos que se producirán. Incluso el reverendo Falwell nos dice que, cuando suene la trompeta, los cristianos creyentes serán llevados corporalmente al cielo y, si están conduciendo un coche o pilotando un avión en aquel momento, el coche y el avión que contenga pasajeros no

creyentes tendrán problemas. La conclusión de ello es que, al parecer, habrá que pasar una prueba de fe antes de obtener la licencia.

Pregunta: Me ha parecido que pensaba que, en caso de una guerra nuclear, podrían extinguirse todos los seres humanos. Planteo la pregunta sobre la base de dos cosas que usted no ha mencionado en su charla: una, las estaciones de energía nuclear serán atacadas en una guerra nuclear, lo que provocará una radiación peligrosa durante miles de años; y dos, no sabemos los efectos de los rayos ultravioleta que pueden llegar a la Tierra después de una guerra nuclear.

C. S.: Es verdad. O sea, la pregunta es si está claro que otras formas de vida sobrevivirán teniendo en cuenta la potenciación del flujo de ultravioletas a causa de la destrucción de la capa de ozono y la precipitación radiactiva, sobre todo si se ataca las plantas de energía nuclear. Yo he hablado de hierbas y cucarachas por su gran resistencia a la radiación y, si lo comprueban, descubrirán que son varios órdenes de magnitud más resistentes que los humanos. Una dosis de radiación suficiente para matar a un ser humano es de unos cuantos cientos de rads. Hay organismos que no mueren hasta que reciben unos cuantos millones. Además, los gusanos marinos que he mencionado que comen sulfuro, tampoco fueron seleccionados aleatoriamente. Viven siempre en el fondo del mar, donde los rayos ultravioleta no llegan y donde están bien aislados contra la radiactividad. Así, por estas razones, sigo diciendo que sobrevivirán muchas formas de vida, y está claro, por antiguas extinciones masivas como la del Cretácico-Terciario, que en el pasado muchas formas de vida han sobrevivido a acontecimientos que probablemente fueron más graves que una guerra nuclear, aunque es verdad que la radiactividad no era un componente de estos acontecimientos del pasado.

Pregunta: Como científico, ¿negaría la posibilidad de que el agua se convirtiera en vino en la Biblia?

C. S.: ¿Negar la posibilidad? Desde luego que no. No negaría una posibilidad como ésta, pero tampoco le dedicaría ni un minuto a no ser que hubiera alguna prueba de ello.

CAPÍTULO NUEVE

C. S.: He recibido una carta en el hotel que me planteaba una pregunta e iba firmada por «Dios Todopoderoso». Seguramente sólo era para atraer mi atención. Dice que la definición de milagro del escritor de la carta sería que yo le contestara. Así pues, para demostrar que los milagros pueden ocurrir, he pensado que respondería la pregunta. La pregunta era directa e importante, formulada a menudo: «Si el universo se expande, ¿hacia dónde se expande? ¿Hacia algo que no es el universo?»

Bien, primero, debemos recordar que estamos atrapados en tres dimensiones, que limitan nuestra perspectiva (aunque no podemos hacer nada respecto a lo de estar atrapados en tres dimensiones). Pero imaginemos que fuéramos seres bidimensionales. Totalmente planos. Conocemos lo de izquierda/derecha y lo de adelante/atrás, pero nunca hemos oído hablar de arriba/abajo. Para nosotros es una idea totalmente incoherente. Sílabas sin sentido. Ahora imaginemos que vivimos en la superficie de una esfera, un globo, por ejemplo, pero desde luego no sabemos nada de esta curvatura a través de esta tercera dimensión, porque la tercera dimensión nos es inaccesible y no podemos siquiera imaginárnosla. Ahora imaginemos que la esfera se expande, el globo se va hinchando y en el balón hay una serie de puntos, cada uno de los cuales representa, digamos, una galaxia. Podemos ver que, desde el punto de vista de cada galaxia, todas las demás galaxias se alejan. Ahora bien, ¿dónde está el centro de la expansión?

En la superficie del globo, la única parte a la que pueden tener acceso las criaturas planas, ¿dónde está el centro de expansión? No está en la superficie. Está en el centro del globo, en esta tercera dimensión inaccesible. Y, de la misma manera, ¿hacia dónde se expande el globo? Se expande en esta dirección perpendicular, esta dirección arriba/abajo, esta dirección inaccesible, y por tanto, desde la superficie del globo, no se puede apuntar al sitio hacia el que se expande, porque este sitio está en esa otra dimensión.

Ahora aumentémoslo todo una dimensión y podremos saber de qué habla la gente cuando dice que el universo se expande. Espero haber ayudado, aunque considerando los auspicios del escritor, seguramente ya lo sabía.

Pregunta: Ayer por la noche dieron en la televisión un programa de la Administración Reagan. Paul Warnke declaró que la Star Wars o Guerra de las Galaxias [la Iniciativa de Defensa Estratégica, o IDS] fracasaría.

C. S.: Bien, me gustaría decir unas palabras sobre la Guerra de las Galaxias. La Guerra de las Galaxias es la idea de que la amenaza de la aniquilación en masa es espantosa, sobre todo a manos de una gente a la que no hemos visto nunca; ¿no sería mucho mejor tener un escudo defensivo que nos protegiera contra las armas nucleares y simplemente disparar contra las cabezas nucleares soviéticas cuando vinieran hacia aquí? Como idea no está mal. El problema es: ¿puede hacerse? No hace falta que cite la legión de expertos técnicos que creen que es una tontería. Citaré en cambio a sus más fervientes abogados de la Administración americana, del Departamento de Defensa. Dicen que, después de varias décadas y de un gasto de algo así como... bueno, en realidad no dicen el gasto, pero es algo así como trillones de dólares, Estados Unidos podría ser capaz de derribar entre el 50 y el 80 por ciento de las cabezas nucleares soviéticas.

Imaginemos que la Unión Soviética no hace nada en las pró-

ximas décadas para mejorar su capacidad ofensiva; lo deja todo (una posibilidad muy improbable) en su fuerza ofensiva presente, es decir, diez mil armas. Diez mil cabezas nucleares. Concedamos el beneficio de la duda a los defensores de la Guerra de las Galaxias e imaginemos que en lugar del 50 al 80 por ciento, pueden derribar el 90 por ciento de las cabezas nucleares. Eso deja un 10 por ciento que no puede derribarse.

El 10 por ciento de diez mil cabezas nucleares es (un ejercicio aritmético accesible a todos) mil cabezas nucleares. Mil cabezas nucleares son suficientes para demoler absolutamente Estados Unidos. Así pues, ¿de qué hablan?

Los defensores dicen que no puede proteger a Estados Unidos, y podrían decirse muchas otras cosas al respecto, pero yo creo que éste es un punto clave. Sus propios impulsores piensan que no funcionará y costará un trillón de dólares. ¿Tenemos que seguir adelante?

Pregunta: ¿Usted cree que su país seguirá adelante?

C. S.: ¿Por qué hacer una locura así? Es una buena pregunta. Y aquí nos metemos en temas procelosos de política, psicología y todo eso, pero no me gusta esquivar preguntas: les diré lo que pienso. Creo que la alternativa es detestable para las potencias involucradas. La alternativa es que se negocien reducciones masivas, verificables y bilaterales de armas nucleares, lo que sería una admisión de que toda la carrera armamentística nuclear ha sido una locura increíble y que todos los dirigentes —americanos y rusos, británicos y franceses— durante los últimos cuarenta años, que compraron todas estas mercancías, pusieron en peligro a sus naciones. Es una admisión tan poco cómoda que se necesita una gran fortaleza de carácter para admitirla. Así pues, creo que más que admitirlo, estamos intentando desesperadamente conseguir más tecnología que nos permita salir del problema en que nos ha metido la tecnología. La solución tecnológica definitiva. O, como se llama a veces, «la falacia del último

movimiento». Sólo una muesca más en la carrera armamentística, les ruego que nos lo permitan, y después todo irá bien para siempre. Y si hay algo que está claro en la historia de la carrera armamentística nuclear es que no es así. Cada bando, generalmente los norteamericanos, inventa un sistema de armas nuevas y, a continuación, el otro bando, normalmente los soviéticos, inventa otro, y así, las dos naciones son menos seguras de lo que lo eran al principio, pero han gastado una cantidad de dinero fabulosa y todo el mundo está contento. Bueno, no cabe duda de que si enseñas unos trillones de dólares a la comunidad aeroespacial mundial, habrá organizaciones, corporaciones, oficiales militares y quien sea, de lo más interesados en ello, tanto si tiene que acabar funcionando como si no.

Y estoy seguro de que esto es una parte del asunto, pero no la principal. La parte principal es una renuencia trágica a aceptar la bancarrota de la carrera armamentística nuclear. En Estados Unidos, son ocho presidentes consecutivos, o algo así, de los dos partidos políticos, quienes las han comprado. La mayoría de los que dirigen el país son defensores de la carrera armamentística nuclear o lo han sido en el pasado. Es muy difícil decir: «Perdonen, me he equivocado», en un tema de esta envergadura. Es lo que pienso.

Pregunta: Creo que ayer, por primera vez, el presidente Reagan ofrecía a los rusos compartir la tecnología de la Iniciativa de Defensa Estratégica.

C. S.: No es la primera vez. Hace tiempo que lo dice.

Pregunta: Sí, pero ¿no es preferible, quizá, que los esfuerzos conjuntos de las grandes potencias se centren en asuntos defensivos en lugar de en las armas ofensivas que les han ocupado durante tanto tiempo?

C. S.: No, no estoy de acuerdo. Estamos hablando de un escudo. Imaginemos otro tipo de escudo, el anticonceptivo. Su-

pongamos que el escudo anticonceptivo sólo permite pasar al 10 por ciento de espermatozoides. ¿Es mejor que nada o no lo es? Yo sostengo que es peor, entre otras cosas porque da una falsa sensación de seguridad. Pero sobre la idea de compartir la tecnología, esta Administración no dará un ordenador personal IBM a los soviéticos. Se nos pide que creamos que Estados Unidos entregará el ordenador de gestión de batalla de undécima generación, que está a décadas de distancia, y que será tan complicado que su programa no puede ser escrito por un ser humano ni por un equipo de seres humanos. Sólo puede escribirlo otro ordenador. Sólo puede ser depurado por otro ordenador. Y no puede ser testado si no es en una guerra nuclear. ¿Eso daremos a los rusos? En cualquier caso, tanto si creemos que funcionaría como si no, no puedo imaginarme a los rusos diciendo: «Muchas gracias. Ahora esto será el puntal principal de la seguridad de la Unión Soviética, este programa que los norteamericanos han sido tan amables de ofrecernos.»

Tampoco puedo imaginar que Estados Unidos, después de analizar someramente esta idea, decida poner la seguridad del país en esta locura de programa. Un sistema que tiene que funcionar perfectamente para proteger al país y que no puede ser probado. Confíen en nosotros. Todo irá bien. No se preocupen.

Pregunta: ¿Pueden adaptarse las creencias religiosas al futuro?

C. S.: Bueno, sin duda es una pregunta importante. Mi sensación es que depende de qué religión se trate. Si la religión trata de decir cómo es el mundo natural, entonces para tener éxito tiene que adoptar los métodos, procedimientos y técnicas de la ciencia y después volverse indistinguible de ésta. No quiero decir en absoluto que toda la religión verse sobre esto. He intentado apuntar al final de mi última charla algunas de las muchas zonas en las que la religión puede desempeñar un papel útil en la sociedad contemporánea y donde, en general, no lo tiene. Pero es muy diferente de decir cómo es el mundo o cómo llegará a ser.

En este sentido, las religiones judeo-cristiana-islámica se han limitado a adoptar la mejor ciencia de la época, pero es de hace mucho tiempo, del siglo XVI a. J. C., durante la cautividad babilónica de los judíos. De ahí es de donde viene la ciencia del Antiguo Testamento. Me parece importante que las religiones se adapten a lo que se ha aprendido en los veinte siglos transcurridos desde entonces. Algunas lo han hecho, hasta cierto punto; muchas no.

Pregunta: [*inaudible*]

C. S.: El dios del que hablaba Einstein es totalmente diferente, como he intentado explicar varias veces en estas charlas, del dios de los judíos, cristianos e islámicos. No es un dios que intervenga en la vida cotidiana, no atiende a las cosas pequeñas, no escucha oraciones. Ni siquiera está claro que este dios creara el universo. Así pues, es un uso muy diferente de la palabra «dios» de lo que es, supongo, un intento de justificar la religión existente. Creo que es evidente que tenemos que utilizar nuestros órganos y capacidades intelectuales para comprender estos temas. A lo mejor son limitados, pero todos lo son, o sea que tenemos que aprovechar lo que tenemos. No endosemos nuestras predisposiciones al universo, digo yo. Miremos abiertamente el universo y veamos cómo es. ¿Y cómo es? Posee un orden. Hay una cantidad asombrosa de orden, no es que lo hayamos introducido nosotros, pero ahí está. Ahora bien, a partir de este hecho, podemos decidir llegar a la conclusión de que hay un principio rector y que Dios existe, y entonces volvemos a todas las demás cuestiones: ¿de dónde viene el principio rector? ¿De dónde viene Dios? Si me dicen que no debo formular la pregunta de dónde viene Dios, entonces, ¿por qué tengo que preguntarme de donde viene el universo? Y así sucesivamente.

Pregunta: Profesor Sagan, le pido un consejo, por favor.

¿Cree usted que el individuo puede hacer algo para cambiar en

cierto modo la situación del mundo, o tenemos que aceptarla y callar?

C. S.: No, no tenemos que aceptarla. Creo que si dejamos que los gobiernos hagan lo que quieran, seguiremos en esta inercia que llevamos desde hace cuarenta años o más. Creo que lo primero, en una democracia, donde se supone que la gente controla la política del gobierno, es que debe recurrirse a todos los procesos democráticos. Puede asegurarse que aquellos a quienes vota tengan puntos de vista racionales en estos aspectos. Uno puede trabajar para asegurar que haya una diferencia de opinión real en los candidatos alternativos. Puede escribir cartas a los periódicos y todo eso. Pero lo más importante de todo, creo, es que cada uno de nosotros esté equipado con un «equipo de detección de tonterías».

Es decir, a los gobiernos les gusta decirnos que todo va bien, que lo tienen todo controlado y que los dejemos hacer, y muchos de nosotros, especialmente cuando está implicada la tecnología, como en la guerra nuclear, tenemos la sensación de que es demasiado complicado. No podemos entenderlo. Los gobiernos cuentan con expertos. Seguramente saben lo que están haciendo. Deben de estar a favor de nuestro país, sea el país que sea y, en cualquier caso, es un tema tan doloroso que no quiero ponerme a pensar en ello, lo que los psiquiatras llaman negación. A mí me parece que esto es una fórmula para el suicidio; que todos nosotros debemos entender estos temas, porque nuestras vidas dependen de ellos, y las vidas de nuestros hijos y de nuestros nietos. No debemos tomárnoslo como si fuera un asunto de fe. Si hay alguna circunstancia a la que el proceso democrático tiene que agarrarse, es a ésta. Algo que determina nuestro futuro y todo lo que nos es querido. Además, diría que lo primero que tenemos que hacer es darnos cuenta de que los gobiernos, todos los gobiernos, al menos de vez en cuando, mienten. Y algunos lo hacen todo el tiempo —algunos lo hacen sólo a ratos— pero, en general, los gobernantes distorsionan los hechos con el fin de conservar el puesto.

Si ignoramos cuáles son los temas y ni siquiera podemos formular las preguntas críticas, no conseguiremos que cambie nada. Si entendemos las cosas y podemos plantear las preguntas correctas, si podemos señalar las contradicciones, entonces podemos hacer progresos. Pueden hacerse muchas otras cosas, pero me parece que estas dos, el equipo de detección de tonterías y el uso del proceso democrático están a nuestra disposición, son al menos las dos primeras cosas que cabe considerar.

Pregunta: *[inaudible]*

C. S.: Ciertamente. Dice que todos los que están en la sala se han sentido agredidos. Seguramente es verdad. Estoy seguro de que es verdad. Puede ser que haya unos cuantos santos en la sala... y confío plenamente en que sea así. Pero al menos casi todos los presentes deben de haberlo sentido, y también mantengo que todos los presentes han sentido compasión. Todos han sido amables. Así pues, tenemos dos principios enfrentados en el corazón humano, ambos deben evolucionar por selección natural y no es difícil entender la ventaja selectiva de ambos. Por tanto, lo importante es saber cuál es preponderante y aquí el uso de nuestro intelecto es fundamental, porque hablamos de arbitrar entre emociones conflictivas y no se puede arbitrar *entre* emociones *mediante* una emoción, sino que debe hacerse mediante nuestra capacidad intelectual perceptiva. Y aquí es donde Einstein decía algo muy perspicaz. En la posguerra nuclear, después de 1945, en respuesta precisamente a la cuestión que usted ha formulado respecto a que Einstein decía que debemos conceder preponderancia a nuestro lado compasivo, dijo: «¿Cuál es la alternativa?» Es decir, si no lo hacemos, si no podemos manejarlo, está claro que estamos perdidos. Estamos sentenciados. Y por tanto no tenemos alternativa. Si no se frena y la agresión continúa en una era de armas nucleares, es un camino seguro al desastre. Así pues, librémonos de las armas nucleares o cambiemos lo que pasa por relaciones humanas entre los humanos.

Pero aunque nos libremos de todas las armas nucleares, el problema no quedará resuelto. Habrá nuevos avances técnicos, y ya tenemos armas químicas y biológicas que quizá puedan competir con algunos de los efectos de la guerra nuclear. Así pues, es un aspecto clave de lo que pensaba cuando decía que estamos en un momento importante de nuestra historia, en el sentido de quiénes somos. Sostengo que no se trata de efectuar un cambio súbito, hemos sido compasivos durante millones de años, y se trata de decidir a qué parte de la psique humana los gobiernos —y los medios de comunicación, las Iglesias y las escuelas— dan prioridad. ¿Qué parte es la que enseñan? ¿Qué parte fomentan? Lo único que quiero decir es que tenemos capacidad para sobrevivir. No lo garantizo. La profecía es un arte desagradecido, y no sé qué probabilidades hay de que emprendamos un camino u otro. Nadie dice que vaya a ser fácil, pero está claro, como dijo Einstein, que si no cambiamos nuestra manera de pensar, estamos perdidos.

Índice onomástico y temático

Los números en cursiva corresponden a las ilustraciones

- abogado del diablo: 159.
aceite de oliva: **94-95**.
ácidos nucleicos: 89-90, 120.
Adams, John: 126.
Adamski, George: 154-155.
adrenalina: 201.
agresión: 273-274.
agua: 78, 98-99, 118, 120.
Aguila, nebulosa del: **25**.
alucinógenos: 182, 191, 199-200, 202.
aminoácidos: 97, 120.
amoníaco: 97, 120.
amor: 251-252.
ángeles: 85, 125, 164.
animismo: 55-56, 194.
Anselmo, san: 179-180.
Antiguo Testamento: 11-12, 170, 271.
antiguos astronautas: 130, 148-151.
antrópico, principio: 64, 75-81, 178, 248.
apartheid, Sudáfrica: 206.
argumento cosmológico: 173-177.
argumento ontológico: 180.
argumentos para la existencia de Dios:
 véase pruebas de la existencia de Dios.
Aristóteles
 comunicación de sentido único: 137.
 Demócrito en contraste con: 241.
 sobre Dios ajeno a los humanos: 168.
 sobre esclavitud: 235.
 sobre movimiento planetario: 57-58.
 sobre nada cambiante en los cielos:
 59-60.
 sobre primer motor: 86.
 sobre primera causa: 174, 177-178.
ateísmo: 168, 170.
átomos, estabilidad de: 78-79.
atracción sobre el planeta: 78, 79-80.
autoridad: 167.

ballenas: 134-135.
Barrow, J. D.: 79.
base diez, sistema numérico: 143-144.
Beta Pictoris: 75-**74**.
Brahe, Tycho: 60.
Bronowski, Jacob: 150.
Brooke, Rupert: 81-83.
Brorsen, Cometa: 94-5*5.
budismo: 180.
Burroughs, Edgar Rice: 129.

caduceo: 186.
cambio, tradición y: 209-212.
canales en Marte: 126-129.
Cangrejo, nebulosa del: **25**-
Carlyle, Thomas: 24.
catástrofe del Cretácico-Terciario:
 134, 214-216, 222, 265.

causalidad: 173, 174-175.
 cazadores-recolectores: 171, 190-193,
 209-210, 230-231.
*Chariots of the Gods? [La guerra de los
 carros de fuego]* (Erich von Dani-
 ken): 148.
 cianuro: 97, 98.
 de hidrógeno: 98, 114, 120.
 «Cielo» (Brooke): 81-83.
 ciencia
 avances que dejan menos espacio
 para Dios: 86.
 como adoración informada: 15, 53.
 del Antiguo Testamento: 271.
 diferencia fundamental entre reli-
 gión y: 247.
 impulsos contradictorios en la: 263.
 interrelaciones buscadas por la: 23-
 24.
 metodología de corrección de erro-
 res: 13, 247.
 posibilidad de demostrar la exis-
 tencia de Dios: 239-240.
 preguntas por las causas evitadas
 en la: 248.
 proyectar sentimientos humanos a:
 55-58, 81.
 religión separada de la: 13-14,
 262-263.
 teología natural como zona límite
 entre la religión y la: 19.
 y democracia: 15.
 Véase también Física,
 científicismo: 13.
 civilizaciones técnicas.
 distancia a la más cercana: 131, 137.
 ciclo de vida de: 132, 136-137.
 número en Galaxia de la Vía Lá-
 tea: 131-137.
 proporción de seres inteligentes en
 desarrollo: 134-135.
 Clarke, Arthur: 145.
 cometa Halley: 98.

cometas
 Brorsen: 94-95.
 causa de orientación aleatoria: 69-70.
 cometa de 1577: 60.
 estudio espectroscópico de: 93.
 Halley: 98.
 Machholz: 71 -70.
 moléculas orgánicas en: 94, 97,
 98-95, 96.
 NEAT: 75-74.
 Newton sobre las órbitas de: 64-65.
 Nube de Oort : 30, 33-32.
 Winnecke II: 94-95.
 compasión: 168, 173, 182-183.
 comunicación, avances en: 210-211.
 condensación de moléculas del aire: 100.
 conformidad social: 203-207.
 conciencia, argumento de la: 180-181.
 constante de interacción nuclear fuer-
 te: 78-79.
 control de natalidad: 208, 211.
 conversión religiosa: 172-173.
 Copérnico, Nicolás: 58-60, 85.
 creacionismo: 61, 264-265.
 creencia: 23, 162, 172.
 crímenes contra la Creación: 222.
 cristianismo.
 apariciones de la Virgen María: 172.
 como ateísmo para los romanos: 168.
 fundamentalismo: 224-225, 264-
 265.
 historicidad de Jesús: 252.
 tradicón judeo-cristiano-islámica:
 168, 176, 195, 271.
 y guerra nuclear: 225, 226-227.
Cuando fracasa la profecía (Festinger *et*
al.): 160-163.
 cuatro esencias: 58.
 Cúmulo de Hercules: 49-48.

 Dániken, Erich von: 148-151.
 Darwin, Charles: 12, 61, 63, 178.
 Deimos: 110-111.

delfines: 134.
 democracia: 15, 193, 272, 273.
 Demócrito: 194, 241.
 derechos divinos de reyes: 235, 236.
 Diluvio Universal: 167-168.
 dimensión espiritual de la vida humana: 259-262.
 dimensión psíquica de vida humana: 259-262.
 dinosaurios, extinción de: 133-134, 214, 216, 218.
 Dios/dioses
 animismo: 55-56, 194.
 avances científicos que dejan menos espacio para: 86.
 como amor: 251-252.
 como padre: 197.
 como promotor del bienestar de la creación: 51.
 como sobrenatural: 169.
 como suma total de las leyes de la física: 169-170, 240, 254-255.
 concepción j udeo-cristiano-islámica de: 168.
 concepciones de: 168-173, 240.
 conocimiento de la naturaleza y conocimiento de: 12.
 curiosidad e inteligencia proporcionada por: 53.
 de los vacíos: 86.
 humanos hechos a imagen de: 144-145.
 inmortalidad atribuida a: 51.
 intervención en asuntos humanos: 168, 184, 270.
 movimiento planetario atribuido a: 85-86.
 oración a: 195-197.
 problema del mal: 182-183.
 retratado demasiado pequeño: 50, 52.
 visión ingenua occidental de: 169, 240.

Véase también pruebas de la existencia de Dios,
 diseño, argumento basado en el: 63, 178.
 Dostoievski, Fiodor: 198, 203.
 Drake, ecuación de: 131-137, 243-244.
 Drake, Frank: 131.
 Druyan, Ann: 51.
 efecto invernadero: 80.
 Egipto, pirámides de: 148-149.
 Einstein, Albert: 24, 56, 62, 169, 240, 255, 271, 273.
 elementos, cuatro: 58.
 Emery, Lillie: 124.
 emociones
 capacidad intelectual para arbitrar en conflictos entre: 273.
 efectos químicos en: 198-203.
 predisposiciones formadas con anterioridad: 189.
 proyección de sentimientos humanos en la ciencia: 55-58.
 enanas rojas, estrellas: 78, 79.
 endorfinas: 200, 202.
 encefalinas: 200, 202.
 enzimas: 89-90, 121-123.
 Epicuro: 183.
 escepticismo: 166, 247, 263.
 esclavitud: 223-224, 235-236.
 escritura automática: 160-161.
 Espectroscopia, astronómica: 91-94.
 Esquimal, nebulosa: **40**.
 estrellas.
 Cúmulo de Hercules: 49-45.
 en el sistema copernicano: 58-59.
 en la ecuación de Drake: 131-132.
 enanas rojas: 78-79.
 explosiones de supernova: 42, 50, **59-60-43**.
 moribundas: 41-4#.
 número con sistemas planetarios: 132-133.
 número de: 34, 49.

- últimos estadios de la evolución de: 42, 50.
- Véase también* Sol.
- evolución
 - argumento basado en el diseño y: 64.
 - Génesis y: 12.
 - prueba de: 87-88.
 - refutación de la singularidad humana por la: 61, 87.
 - selección natural: 63-64, 70, 90, 123, 179, 201, 259, 273.
 - tiempo necesario para la vida inteligente: 76.
- experiencia
 - argumento de: 181-182.
 - religiosa: 172-173, 182, 202-203.
- experimentos: 176, 248.
- exploración espacial: 212.
- explosión Supernova en Cassiopea: 59-60.
- explosiones de supernova: 42, 50, 59-60-**43**.
- extinción: 87-88, 133-134, 214, 216-217, 221-222, 265.
- Festinger, León: 160, 163.
- física
 - diferencia fundamental entre religión y: 247.
 - Dios visto como suma total de leyes de: 169-170, 240, 254-255.
 - leyes aplicables en todas partes: 145, 247.
 - mecánica cuántica: 56-57, 254-255.
 - newtoniana: 64-65.
 - proyección de sentimientos humanos en: 55-56, 81.
 - relatividad: 56, 62.
 - Segunda Ley de Termodinámica: 177.
- Fobos: 109-**108**.
- Frazer, James: 194.
- frecuencias de radio: 138-**139**.
- Freud, Sigmund: 197-198, 261-262.
- galaxia de la Vía Láctea: **44**.
- ciclo de vida de la: 132.
- concepción de Wright de la: 34.
- Demócrito sobre la composición de la: 241.
- distancia a la civilización técnica más cercana: 131, 137.
- explosiones desde el centro de: 50.
- localización del Sol en la: 46, 59.
- M51 parecido a: 46-47.
- número de civilizaciones técnicas en: 131-137.
- número de estrellas en: 34, 45, 132.
- Véase también* Sistema solar.
- Galaxia M51: 24-25.
- galaxias
 - búsqueda de vida en otras: 244.
 - número de: 49.
 - Véase también* galaxia de la Vía Láctea.
- Galileo*, Galileo Galilei, *llamado*!. 59.
- Galton, Francis: 195-196.
- Génesis : 12.
- gravitación newtoniana: 77-78, 79, 85, 236, 240.
- Gubbio (Italia): 214.
- Guerra de las Galaxias, *Star Wars* (Iniciativa de Defensa Estratégica): 267-270.
- guerra nuclear: 218-228, 236, 265-266, 267-270, 273-274.
- Haldane, J. B. S.: 120.
- Hammurabi, código de: 205.
- Harvard, universidad de: 138.
- Herodoto: 149, 192.
- Heyerdahl, Thor: 150.
- Hillel, rabino: 226.
- hinduismo: 173, 176.
- Hiroshima: 218, 219.
- historia, reescritura de la: 164-165, 252.
- Hobbes, Thomas: 231, 235.

hormonas: 201-203.
sexuales: 201-202.
Hoyle, Fred: 123.
Hubble, Edwin: 76.
Huggins, William: 91, 93-94.
humanos
aspectos instintivos de: 61-62.
búsqueda de sentido: 231-237.
cazadores-recolectores: 171, 190-193, 209, 230-231.
como pequeños y mortales en la religión occidental: 51-52.
como punto de ramificación en nuestra historia: 230, 273.
crecimiento de la población de: 230.
dependencia de la especie no humana: 223.
dimensión psíquica atribuida a: 259-262.
efectos químicos sobre las emociones: 198-203.
evolución desmiente que sean únicos: 61, 86-87.
extraterrestres concebidos como similares a: 143-144.
guerra nuclear: 218-238, 265-266.
hechos a imagen de Dios: 144-145.
inteligencia en el éxito de los: 229-230.
jerarquías de dominación en: 192-193.
predisposiciones emocionales formadas pronto: 189.
principio antrópico: 75-81.
principios contrastantes en: 273-274.
relatividad desmiente posición privilegiada de: 62-63.
similitud bioquímica a otros organismos: 88.
Hume, David: 157, 165-166.
Huxley, Aldous: 202.
idea de muchos universos: 80-81.

inmortalidad: 51.
inteligencia.
en la ecuación de Drake: 131, 134-135.
en los éxitos humanos: 229-230.
para arbitrar entre emociones en conflicto: 273.
tiempo necesario para la evolución de: 76.
ventaja selectiva de: 134.
Véase también inteligencia extraterrestre.
inteligencia extraterrestre: 125-145.
acercamientos a: 130.
alcance de televisión y radar: 244-245.
antiguos astronautas: 130, 148-151.
búsqueda necesaria para encontrarlos: 239.
canales en Marte atribuidos a: 126-129.
ecuación de Drake: 131-137, 243-244.
en otras galaxias: 244.
folclore sobre visitas: 147-166.
humanos frente al descubrimiento de: 242.
objetos voladores no identificados: 151-163.
por qué no han dado muestras obvias de existencia: 253-254.
SETI: **139**.
singularidad humana amenazada por: 62.
intervención en asuntos humanos: 168, 184, 270.
invierno nuclear: 221.
iridio, concentración anómala: 216.
isla de Pascua: 150.
islam: 168, 176, 195, 271.
James, William: 17.
Japeto: 102-**103**.
Jeans, James: 257-259.

jerarquías de dominación: 192-193,
198, 203-204.

Jesucristo: 252.

jíbaro, pueblo: 191.

Júpiter: 28, 101-2.9.

Kant, Immanuel: 65, 69, 178.

!Kung, pueblo: 190-191.

Laplace, Pierre-Simon, marqués de:
65, 69, 207.

Lecompte du Noüy, Pierre: 121.

Leibniz, Gottfried Wilhelm: 17-18.

Leonardo daVinci: 167-168.

levitación: 164.

ley de la inversa del cuadrado: 77-78.

libre albedrío: 253.

lluvia radioactiva: 221, 265.

Lowell, Percival: 127-129.

Luna, la: 212, 213.

luz, velocidad de: 56, 185-186, 211.

Machholz, cometa: 93-**92**.

mal, problema del: 182-183.

maravilla.

Carlyle sobre adoración y: 24.

naturaleza y: 23-53.

Marte: **90**.

canales en: 126-129.

como adecuado para origen de vida:
133.

como sin vida: 213.

Deimos: 110-**111**.

en la representación del Sistema

Solar de Wright: 28-**29**.

exploración de: 212, 213.

Fobos: 109-**108**.

moléculas orgánicas raras en: 113.

materia de estrellas: 14-15.

Maxwell, James Clerk: 66.

mecánica cuántica: 56-57, 254-255.

medicina, avances en: 211, 236.

mediocridad, principio de: 62-63.

Mercurio: 28, 42, 100.

meteoritos, carbonáceos: 102.

metano: 100-101, 114, 117, 120.

microintervención: 168, 184, 270.

milagros: 157-159, 165, 195, 266.

moléculas orgánicas: 88-118.

en cometas: 94, 97, 98-**95**, **96**.

en el Sistema Solar exterior: 100-116.

en los principios de la Tierra: 120.

extraterrestres: 90-118.

interestelares: 117-118.

origen biológico de las terrestres:
90-91.

probabilidad de producción la pri-
mera vez: 121-123.

monos: 62.

moralidad

argumento moral de la existencia
de Dios: 178-179.

promoción por parte de la religión
de moralidad convencional: 205-
207.

religión y valentía moral: 224.

mormonismo: 164.

mortalidad infantil: 211.

Nagasaki: 218, 219.

Nagel, Ernest: 180.

naturaleza

conocimiento de Dios y conoci-
miento de la: 12.

Dios visto como suma total de le-
yes de: 169-170, 240, 254-
255.

principio antrópico y leyes de: 75-81.

religión no promueve la compren-
sión de: 234.

y maravilla: 23-53.

Nazca, llanuras de: 149-150.

NEAT, cometa: **75-74**.

nebulosas: 38.

Águila: **25**.

Cangrejo: **25-**

del Esquimal: **40**.
Orion: **39**.
Solar: 69-75, 100, 133-77, **74**.
Velo: 20-**21**.
Neptuno: 80, 101.
Newton, Isaac: 64-66, 69-70, 77-78, 85, 236-237, 240, 247, 248.
No violencia, política: 227.
Nube de Oort: 30, 33-**32**.
números primos: 142.

objetos voladores no identificados (ovnis): 151-163.
como aproximación a la inteligencia extraterrestre: 129-130.
en la religión Clarion: 160-163.
experiencia religiosa comparada con: 181-182.
falta de pruebas físicas: 154-155.
fenómenos tomados erróneamente como: 152-153.
fotografías de: 153-154.
fraudes: 153-154.
humanos llevados a bordo: 154.
mito estándar de: 170.
posjuicio en las declaraciones de: 156-157.
silo interpretado como: 155-156.
omnipotencia: 168-169, 173, 182-183, 251, 253.
omnisciencia: 168-169, 173, 182-183, 251.
organizaciones internacionales: 231-232.
Orion, nebulosa de: **39**.
Osiander, Andreas: 58.

Paine, Thomas: 51-52, 157-158.
Perú: 149.
peyote, culto al: 182.
pirámides egipcias: 148-149.
pirotoxinas: 221.
planetas (mundos).

Aristóteles sobre el movimiento de: 57-58.
Copérnico sobre el movimiento de: 58-60, 85.
Demócrito sobre la composición de: 241.
en la ecuación de Drake: 132, 133-134.
evolución de: 50.
ley de la inversa del cuadrado y órbitas de: 77.
Newton sobre el movimiento: 64-66, 86.
nebulosa solar en formación de: 69-75-77, 73.
número total en universo: 33.
Véase también Tierra; Marte; Saturno; **y otros por el nombre**.
plano de la eclíptica (zodiacal): 65.
platillos volantes: **véase** Objetos voladores no identificados (ovni),
plegaria: 195-197.
Pléyades: 37-**36**.
Plutarco: 23.
Prescott, James: 192-193.
primer motor: 86.
primera causa: 174, 177-178.
privilegio: 57-58, 62.
problema del mal: 182-183.
propiciación: 194-195, 197-198.
Protágoras: 187.
proteínas: 89-90, 120.
propósito: 242-243.
pruebas de la existencia de Dios: 173-184.
argumento basado en el diseño: 63, 178.
argumento basado en la experiencia: 181-182.
argumento cosmológico: 173-177.
argumento de la conciencia: 180-181.
argumento de la interacción de Jeans: 257-259.

argumento moral: 178-179.
argumento ontológico: 180.
comparado con otras pruebas de existencia: 256-257.
de Udayana: 173-174.
deducido de la probabilidad de producir moléculas orgánicas: 122-123.
Dios dejando pruebas claras de su existencia: 184-187, 250-252, 252-254.
no convincentes: 183, 184.
peso de la prueba en: 256-257.
posible descubrimiento de la ciencia: 239-240.
principio antrópico: 64, 75-81, 178, 248.
sin pruebas nuevas en siglos: 247-248.

quásares: 50.
quintaesencia: 58.

radar: 237.
radio, frecuencias de: 138-**139**.
radiocomunicación: 137-143, 147-148.
radiotelescopios: 131, 135, 140, 239.
reescribir la historia: 164-165, 252.
registro fósil: 87-88, 120-121, 167-168, 214, 216.
regla de oro: 226-227.
relatividad: 56, 62-63.
religión
 adaptación de creencias al futuro: 270-271.
 antigua función y orígenes de la: 193-198.
 centrada en la Tierra: 52.
 ciencia separada de: 13, 14, 262-263.
 comprensión de la naturaleza no promovida por: 234.

conformidad social impuesta por: 203-207.
conversión: 172-173.
creencia ante pruebas contradictorias: 162-166.
cultura como creencia determinante: 172.
definición de William James: 17.
diferencia fundamental entre ciencia y: 247-248.
escala del universo ignorada en: 49.
etimología de la palabra: 23.
hacer que la gente se contente con su suerte: 204-205.
incoherencia de diferentes religiones: 170-171.
inteligencia extraterrestre y: 144-145.
interrelaciones buscadas por: 23-24.
limitada al comportamiento humano: 241-242.
milagros: 157-159, 165, 195, 266.
moralidad convencional promovida por la: 205-207.
propósito proporcionado por: 242-243.
respeto: 24.
teología natural como zona límite entre ciencia y: 19.
y guerra nuclear: 223-228.
Véase también Dios/dioses, religión Clarion: 160-163.
respeto: 24, 203.
revelación: 19, 167, 172.
Russell, Bertrand: 13, 180, 207-208, 263-264.

sacrificio: 194-195.
animal: 194-195.
humano: 194-195.
Sagittarius: 45, 118-**44**, **119**.
sagrado, lo.
 creer que nuestra comprensión es completa: 13.

Saturno

anillos de: 66, 69-67, **68**.

en la representación del sistema solar de Wright: 6-7

Japeto: 102-703.

metano en: 100, 101.

pequeñas lunas de: **105-104**.

Titán: 114, 117, 118, 213-**115**, **116**.

Schiaparelli, Giovanni: 126-127, 128.

Segundo Principio de la Termodinámica: 177.

selección natural: 63-64, 70, 90, 123, 179, 201, 259, 273.

seres sobrenaturales

ángeles: 85, 125, 164.

Tillich sobre Dios como: 169.

Véase también Dios/dioses.

SETI: 138-**139**.

significado, búsqueda humana del: 229-237.

Sistema Solar, el.

Copérnico sobre el movimiento planetario: 58-60, 85.

dimensiones relativas de los objetos en: **11-26**.

exploración de: 212-213.

ley de la inversa del cuadrado y órbitas planetarias: 77.

nebulosa solar en formación de: 69-75, 100-49.

Newton sobre el orden en: 64-66, 85.

posición en la galaxia de la Vía Láctea: 46, 59.

representación de Wright: 28-**29**.

representaciones modernas de: 30-**31**.

sin vida excepto en la Tierra: 213.

Sol convirtiéndose en gigante roja: 42.

Véase también Cometas; Tierra; Marte; Saturno.

y otros planetas por su nombre.

sílice: 100.

síndrome de luchar o huir: 201.

síndrome maniaco-depresivo: 198-199.

Sociedad Planetaria: 138, 140.

Sol

como estrella típica: 45.

convirtiéndose en gigante roja: 42.

emplazamiento en la galaxia de la Vía Láctea: 46, 59.

en la representación del Sistema Solar de Wright: 28-**29**.

en representaciones modernas del Sistema Solar: 30-**31**.

Véase también Sistema Solar.

Spinoza, Baruch: 169, 240.

Sudáfrica: 205-206.

Sudario de Turín: 246.

sumisión: 203-204.

superstición: 23.

Tales: 55.

teleología: 79.

televisión: 244-245.

Tennyson, Alfred: 51.

teología natural: 19, 167, 172-173.

testosterona: 201-202.

Textor, Robert: 192-193.

Tierra

Aristóteles sobre movimiento de la: 57-58.

condición degradante de Copérnico de la: 56-60.

cuando el Sol se convierte en gigante roja: 42.

edad de la: 61, 64, 118, 120.

en la representación del Sistema Solar de Wright: 28-25*.

en representaciones modernas del Sistema Solar: **30-31**.

límites nacionales artificiales: 228.

medidas relativas de los planetas: **5-4**

origen de la vida: 118, 120-124.

religión centrada en la Tierra: 52.

vista desde el espacio: 227-228.

- Wright sobre la insignificancia de la: 49.
- Tillich, Paul: 169.
- Titán: 114, 117, 118, 213-**115**, **116**.
- Tolstoi, Lev: 229.
- Tomás de Aquino: 58, 174.
- tradición, cambio y: 209-212.
- tradición judeo-cristiano-islámica: 168, 176, 195, 271.
- transporte, avances en: 210-211.
- Triángulo de las Bermudas: 248-249.
- trilobites: 88.
- Trotsky, León: 165, 252.
- Turgenev, Ivan: 195.
- Udayana: 173-174.
- unidad astronómica: 30.
- Universo, el
- caos en: 178.
 - comprensión que delata falta de humildad: 52-53.
 - creación de: 175-176, 234.
 - destrucción masiva en: 50-51.
 - edad del: 76.
 - en evolución: 62.
 - escala de: 49-50.
 - expansión de: 76, 175-176, 266-267.
 - inexistencia del centro del: 59.
 - oscuridad como norma en: 24.
 - Véase también** galaxias; nebulosas; planetas. (mundos); estrellas,
- universos alternativos: 80-81.
- Urano: 101, 106-707.
- Ussher, James: 170.
- Vedas: 174.
- Velo, nebulosa del: 20-**21**.
- Venus: 28, 42, 155, 212, 213.
- verdad
- conflicto sobre diferentes concepciones del: 232-233-
 - reconocimiento de la: 245-246.
- verificabilidad: 246.
- vida: 85-124.
- como improbable: 213-214.
 - extinción: 87-88, 134, 214, 216, 221-222, 265.
 - fuelle de moléculas orgánicas para: 88-118.
 - número de planetas adecuados para el origen de: 132-133.
 - origen de vida terrestre: 118-124.
 - principio antrópico y existencia de: 75-91.
 - probabilidad de origen espontáneo de: 123-124.
 - registro fósil: 86-87, 120-121, 167-168, 214, 216.
 - sólo un tipo de: 88-89.
 - visión científica prevaleciente sobre origen de: 234.
 - Véase también** evolución; humanos; inteligencia,
- vida humana.
- dimensión espiritual de la: 259-262.
 - dimensión psíquica de la: 259-262.
- Virgen llorando: 159.
- Virgen María, apariciones de la: 172.
- viruela: 236.
- visiones apocalípticas del futuro: 235.
- vuelo espacial interestelar: 128, 147-148.
- Welles, Orson: 129.
- Wells, H. G.: 129.
- Wickramasinghe, N. C.: 123.
- Winnecke II, cometa: **94-95**.
- Wright, W. H.: 128.
- Wight, Thomas: 28, 34, 49.
- xenofobia: 242.
- Young, Edward: 50.
- zodiacal (eclíptico) plano: 65.
- zoo, hipótesis: 254.

Créditos de las ilustraciones

Frontispicio NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) y el HUDF Team.

1. T. A. Rector y B. A. Wolpa, NOAO, AURA.
2. FORS Team, 8.2-meter VLT, ESO.
3. NASA.
4. Thomas Wright, 1750, *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*.
5. NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC-Caltech).
6. © 1999, Calvin Hamilton.
7. Thomas Wright, 1750, *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*.
8. © Matthew T. Russell.
9. © Stefan Seip.
10. Andrew Fruchter (STScI) et al, WFPC2, HST, NASA.
11. © Steve Mandel, Hidden Valley Observatory.
12. Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA).
13. © Robert Gendler.
14. © Jim Misti (Misti Mountain Observatory).
15. Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA.
16. Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA.
17. Tasa Portfolio, Volume One, © 2002 Tasa Graphic Arts, Inc., cortesía de Dennis Tasa.
18. NASA/JPL-Caltech/T. Pyle (SSC).
19. J.-L. Beuzit et al. (Grenoble Observatory), ESO.
20. Adam Block (NOAO), AURA, NSF.
21. Philosophical Transactions Royal Society of London, vol. 168.
22. Gunma Astronomical Observatory, 6860-86 Nakayama Takayama-mura Agatsuma-gun Gunma-ken, Japón.

23. *Harper's Weekly*, 14 de mayo de 1910.
24. Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA.
25. NASA *Voyager 1*.
26. Heidi Hammel, Space Science Institute, Boulder, CO/Imke de Pater, University of California at Berkeley/W. M. Keck Observatory.
27. Viking Project, JPL, NASA; imagen mosaico de Edwin V. Bell II (NSSDC/Raytheon ITSS).
28. Viking Project, JPL, NASA.
29. NASA *Viking 1*, imagen 77-HC-62.
30. NASA/JPL/Space Science Institute.
31. ESA/NASA/JPL/University of Arizona.
32. Susan Stolovy (SSC/Caltech) et al., JPL-Caltech, NASA.
33. Steven Soter, adaptada de Barney Oliver.
34. Steven Soter.
35. Walter Álvarez, University of California, Berkeley.
36. Don Davis (NASA).

En **La diversidad de la ciencia**, Carl Sagan plasma sus ideas sobre la relación existente entre religión y ciencia, y describe su indagación personal para entender la naturaleza de lo sagrado en la inmensidad del cosmos.

En 1985, Sagan fue invitado a las prestigiosas Conferencias Gifford —ideadas por lord Adam Gifford para la promoción y difusión del estudio de la Teología Natural—, que se celebran en Escocia anualmente desde el siglo XIX, y de las que aquel año se celebraba el centenario de su inauguración. El resultado de ese encuentro es esta maravillosa y personal exposición de sus opiniones sobre temas como la posibilidad de vida inteligente en otros planetas, el peligro de la aniquilación nuclear, el creacionismo y la posible naturaleza química de la trascendencia.

Con una voz clara y realista, y dando muestras de una amplitud intelectual asombrosa, el astrónomo y astrofísico ilumina su conversación con ejemplos de la cosmología, la física, la filosofía, la mitología y la teología.

Sagan es uno de los más grandes científicos de nuestra época y su extraordinaria capacidad para hacer accesible la teoría científica compleja lo ha convertido en uno de los comunicadores de ciencia más imperecedero y admirado. Sus inteligentes —y, en muchas ocasiones, asombrosamente proféticas— observaciones sobre los grandes misterios del cosmos tienen el efecto vigorizador de estimular el intelecto, la imaginación y de despertarnos a la grandeza de la vida en el cosmos.

La diversidad de la ciencia, que se publica ahora por primera vez en conmemoración del décimo aniversario de la muerte de Sagan, ha sido editado y actualizado por su viuda y colaboradora Ann Druyan.

ISBN-13 978-84-08-07455-7

ISBN-10 84-08-07455-5



9 788408 074557

 Planeta